

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY KARLOVY
Katedra fyzické geografie a geoekologie



**RECENTNÍ VÝVOJ KORYTA A ÚDOLNÍ NIVY JELENÍHO
POTOKA (POVODÍ OPAVY)**

Diplomová práce

**RECENT DEVELOPMENT OF JELENÍ POTOK BROOK
CHANNEL AND FLOODPLAIN**

Diploma thesis

PETR ČERMÁK

Vedoucí práce : Mgr. Václav Tremel , Ph.D.

Praha 2009

Poděkování :

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Václavu Tremlovi Ph.D. za odborné vedení a pomoc při řešení problémů, pracovníkům Lesů ČR, s.p. – správy toků v Krnově za poskytnutí informací, mé rodině za trpělivost a mé ženě Olince za pomoc při terénním výzkumu.

Práce částečně probíhala v rámci výzkumného projektu VaV MŽP ČR SM/257/05 „Dlouhodobé změny poříčních ekosystémů v nivách toků postižených extrémními záplavami“.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci „Recentní vývoj koryta a údolní nivy Jeleního potoka (povodí Opavy)“ zpracoval samostatně. Použitou literaturu a další podkladové materiály uvádím v seznamu literatury.

V Praze dne 26.8. 2009.

Podpis :

Abstract:

Recent morphologic development of channel and floodplain of Jelení potok brook (left side tributary of the Opava river) was analyzed in thesis. Anthropogenic-modified channel (more than 80% of total channel length) is distinctively altered by erosional flood-induced landforms (bank failures, flood channels) that were predominantly created during flood in 1997. Some landforms, however, emerged during precedent flood events (1995, 1996). This fact was confirmed by dendrochronological research. An analysis of exposures of alluvial sediments shows higher dynamics of channel shifts in the past, followed by period of fine-grained sediment accumulation. Dating of charcoal deposited in flood-loams (depth 59 cm, age 820 ± 30 BP) enables to estimate dynamics of floodplain accretion. The beginning of flood-loams deposition is thus dated to medieval ages. An analysis of landscape cover changes between 1840 – 2002 shows that current forest area (58%) and permanent grasslands (18%) are achieving its maximum extent during last 160 years. On the other side, the extent of arable land (19%) has gradually fallen to current minimum area. In long-term period, this fact could lead to channel incision.

Abstrakt:

Práce ukazuje na změnách koryta a údolní nivy vliv povodní a antropogenních zásahů na příkladu malého podhorského toku (Jelení potok, levostranný přítok Opavy). Upravené koryto (přes 80 % délky) je výrazně zasaženo erozními povodňovými tvary (břehové nátrže, přeložená koryta), které vznikly převážně při povodni v roce 1997. Část tvarů má svůj počátek v předchozích povodňových situacích (1995, 1996), což potvrdil i provedený dendrochronologický průzkum. Analýza profilů nivních sedimentů ukazuje na vyšší dynamiku posunů říčního koryta v minulosti, která byla vystřídána etapou akumulace jemnozrnných povodňových hlín. Datováním organického materiálu (uhlíků) na bázi povodňových hlín (vrstva 59 cm, stáří 820 ± 30 BP) nám podává obraz o absolutní rychlosti agradace nivy a klade počátek tohoto procesu do období středověké kolonizace podhorských a horských oblastí. Z analýzy změn krajinného pokryvu v období 1840 - 2002 vyplývá, že současná rozloha lesů (58 %) a trvalých travních porostů (18 %) dosahuje svého maxima, naopak rozloha orné půdy (19 %) je na svém minimu a její podíl stále klesá. V dlouhodobějším horizontu se tato skutečnost může projevit zvýšeným zahlubováním toku.

Obsah :	
1. Úvod	5
1.1 Cíle práce	5
1.2 Úvod do problematiky	5
1.2.1 Vývoj nivy a krajinného pokryvu	5
1.2.2 Fluviální geomorfologické tvary vzniklé při povodňových událostech	7
1.2.3 Datování stáří fluviálních geomorfologických tvarů pomocí dendrochronologických metod	9
2. Fyzicko-geografická charakteristika území	11
2.1 Geologická stavba	12
2.2 Reliéf	14
2.3 Klimatické poměry	15
2.4 Hydrologické poměry	16
2.4.1 Úpravy toku Jeleního potoka v minulosti	18
2.5 Půdy	20
2.6 Vegetace	22
3. Metody	23
3.1 Geomorfologické mapování	23
3.2 Dendrochronologická analýza	23
3.3 Profily nivními sedimenty	24
3.4 Mapování upravenosti toku	25
3.5 Analýza změn krajinného pokryvu	26
4. Výsledky	28
4.1 Tvary reliéfu	28
4.2 Dendrochronologická analýza	33
4.3 Profily nivními sedimenty	38
4.4 Míra upravenosti koryta a příbřežní zóny	45
4.5 Analýza změn krajinného pokryvu	50
5. Diskuze	55
6. Závěr	60
7. Literatura a další podklady	61
Seznam zařazených obrázků	67
Seznam zařazených tabulek	68
Příloha : Fotografie	69

1. ÚVOD

1.1 Cíle práce

Údolní nivy a koryta vodních toků představují složitý systém prvků živé i neživé přírody vyznačující se značnou dynamikou přírodních procesů. Většina těchto prostorů je již po tisíciletí přímo či nepřímo ovlivňována člověkem. Zájem o údolní nivy narostl po katastrofálních povodních 1997 a 2002 v souvislosti s protipovodňovou ochranou území. Jedním z území zasažených velkými povodněmi je i povodí Opavy. Dosud byly projevy povodní v tomto povodí analyzovány spíše na vlastním toku Opavy, popřípadě na jeho hlavních zdrojnicích (Malík, Owcarek 2005, Malik, Matyja 2008, Křížek, 2008). V předložené práci se zabývám změnami koryta a údolní nivy drobného levostranného přítoku Opavy – Jeleního potoka, na kterém mohou být ilustrovány antropogenní zásahy i vlivy povodní na malém podhorském toku.

Cílem mé práce bylo zhodnotit recentní vývoj koryta a údolní nivy Jeleního potoka a pokusit se odhalit hlavní vývojové trendy v minulosti. Dílčí cíle byly následující:

- Zmapovat fluviální geomorfologické tvary mající vztah k povodním;
- Na vhodných místech tyto tvary datovat pomocí dendrochronologických metod;
- Vzhledem k tomu, že je koryto i údolní niva výrazně antropogenně ovlivněna, provést mapování upravenosti břehů;
- Analyzovat změny krajinného pokryvu v období 1840 – 2002;
- Zhodnotit na vybraných odkryvech stavbu a vývoj údolní nivy v minulosti.

1.2 Úvod do problematiky

1.2.1 Vývoj nivy a krajinného pokryvu

Z geomorfologického hlediska je údolní niva je definována jako akumulární rovina podél vodního toku, která je tvořena nekonsolidovanými sedimenty transportovanými a usazenými tímto vodním tokem, přičemž při povodních bývá zpravidla částečně či celá zaplavována (Demek, 1988). Pokud pojem niva rozšíříme na celý ekosystém, tedy i na živou složku, definujeme nivu jako ploché dno údolí, jehož vegetaci i faunu utváří a ovlivňuje činnost vodního toku (Ložek, 2003).

Současná podoba údolních niv je výsledkem geomorfologických procesů nejmladší geologické minulosti (viselský glaciál a holocén). Ve vrcholném glaciálu (starším pleniglaciálu) proběhla zatím poslední velká fáze hloubkové eroze skalního podkladu (Ložek, 2003). Území České masivu leželo v periglaciální zóně s vyvinutým permafrostem a minimálním vegetačním pokryvem. Infiltrace a evapotranspirace byli minimální a převážná část srážkových vod odtékala povrchovými vodami. Zvýšený průtok a velký objem transportovaných hmot způsobily, že říční toky měly divočící ráz. K transportu a sedimentaci docházelo hlavně při povodních, kdy se ukládala tělesa písků a písčitých štěrků (Růžicková, 2003). Od pozdního glaciálu (cca od 15 000 BP) se v důsledku klimatických změn postupně mění divočící toky na meandrující. Od staršího holocénu, kdy se začaly šířit lužní porosty i na malých tocích, převládala akumulární činnost v údolnicích, která s krátkými přestávkami (8000 let BP a 2700 let BP) pokračuje až do současnosti (Ložek, 2003). Nejvýraznější změny v reliéfu niv proběhly v důsledku povodňových událostí (Saint-Laurent, 2004). Starkel (2000, 2002, 2006) na základě rozsáhlého výzkumu v sousedním Polsku a korelací s podobně zaměřenými výzkumy ve Španělsku a Velké Británii předpokládá existenci několika období s výrazně vyšší frekvencí povodní: 8500 – 7800, 6600 – 6000, 5500 – 4900, 4500 – 4000, 3500 – 3000, 2800 – 2700, 2200 – 1800 BP a poté v 100 – 800 BP st. a poté v 16. – 19. st. (období „malé doby ledové“).

Údolní niva byla jednou z prvních částí krajiny, kterou člověk osidloval a přeměňoval. Na našem území začal člověk prostor údolní nivy pozměňovat od mladší doby kamenné (neolitu). Od této doby převládají akumulární fáze fluvialních sedimentů, podmíněné přísunem materiálu v podobě nivních hlín, v nichž se výrazně uplatňují splachy z orníc a odlesněných ploch s narušeným půdním krytem (Ložek, 2003a). Klimek (2002) analýzou vertikálních sekvencí aluviálních sedimentů v podhůří Jeseníků předpokládá příchod prvních zemědělců přes Sudeto – Karpatskou hranici před 7000 lety. Havlíček (1991) zachytil výrazné akumulace nivních hlín pocházející z neolitu v povodí Moravy. Změna krajinného pokryvu (odlesňování) probíhala postupně, o intenzivnějším odlesňování můžeme hovořit od mladší doby bronzové (1600 – 1300 BC) (Klimek, 2002). Dotterweich (2008) uvádí, že v době okolo 400 let BC bylo ve střední Evropě využíváno 10 – 20 % území jako pole. Po částečné změně trendu ve 3. a 4. st. nastává po příchodu Slovanů rozsáhlé odlesnění v nižších polohách spojené s rozsáhlou půdní erozí (Klimek, 2002). Nedostatek půdy ve starých sídelních oblastech a rovinách spojený s růstem počtu obyvatel vedl k první etapě kolonizace vrchovin na Moravě probíhající od 12. – 14. století. Při kolonizaci došlo k rozsáhlému odlesnění svažitéch a členitých území a zakládání nových vsí (Hrádek, 2006). V Německu

v této době bylo 80 % ploch využíváno jako pole (Dotterweich, 2008). Do této doby (1000 – 800 BP) je Starkem kladena i jedna z fází zvýšené frekvence výskytu povodní. Maximálního odlesnění bylo dosaženo v 19. století, zároveň s nástupem průmyslového lesního hospodářství spojeného se změnou struktury lesních porostů (Klimek, Latocha 2007). Nepříznivé tendence ve vývoji krajinného pokryvu vyvrcholily v 2. polovině 20. století při socialistické kolektivizaci zemědělství. Od středověku jsou na celé řadě toků patrné přímé úpravy koryt vodních toků (spojené s výstavbou mlýnů a hamrů). Podstatně tvrdší byly zásahy provedené v 19. století a především ve 2. pol. 20. st. (napřímování toků, zánik meandrů, zahlubování a výstavba umělých koryt, odvodnění nivy), které výrazně potlačují přirozenou dynamiku fluvialních procesů (Ložek, 2003b).

Současný vývoj údolních niv a koryt toků ve studovaném území byl ve 20. století výrazně ovlivněn několika výraznými povodňovými událostmi (Štekl, 2001), z nichž nejvýraznější byla extrémní povodeň v roce 1997. Studium morfologických změn koryt vodních toků a údolních niv se v blízkém okolí věnovali např. Hrádek, Malik (2007) na řece Desná (výzkum starších povodňových koryt a jejich datování s využitím dendrochronologických metod) a Malik, Owczarek (2005) na Střední Opavě a Opavě a Malik, Matyja (2008) na Bílé Opavě (práce zaměřené na datování erozních tvarů pomocí dendrochronologické analýzy obnažených kořenů). V roce 1997 proběhlo v rámci mapování toků, údolní nivy a následků povodní detailní mapování geomorfologických změn v povodí Opavy (Langhammer, 2008). Korytové akumulace a jejich změnu studoval Křížek (2008).

1.2.2 Fluvialní geomorfologické tvary vzniklé při povodňových událostech

Charakter a tvar údolní nivy jako formy reliéfu v sobě odráží kombinaci tří základních geomorfologických atributů – hmoty (množství, kvality, rozložení a uložení sedimentů v údolí), času (historií formování a modelování nivy) a procesů (Křížek, 2007). Brierley, Fryirs (2005) rozděluje procesy na přirozeně formující nivu – boční akrece (resp. akumulace) (*lateral accretion*), vertikální akrece (*vertical accretion*), akrece stužkových koryt (*braid channel accretion*), šikmou akreci (*oblique accretion*), kontrastní akrece (*counterpoint accretion*), akrece opuštěných koryt (*abandoned channel accretion*) a na procesy podílející se na přemodelování nivy – boční migrace (*lateral migration*), prořezávání meandrů (*cutoffs*), přeložení koryta (*avulsion*), obnažení (*stripping*) – proces odnosu svrchních vrstev rychle proudící vodou, vznik povodňových koryt (*floodchannels*) a rozšiřování koryt (*channel expansion*). Tento systém lze rozdělit do dvou základních skupin: erozně fluvialní procesy (převládá odnos materiálu) a akumulační fluvialní procesy (převládá sedimentace). Charakter

fluviálních procesů se mění v závislosti na pozici dané části údolní nivy z hlediska spádové křivky vodního toku, která se mění v důsledku působení endogenních nebo antropogenních sil (Křížek, 2007).

V prostoru údolní nivy se nachází řada fluviálních tvarů. Brierley, Friers (2005) vyděluje následující tvary fluviální geomorfologické tvary: údolní niva, fluviální terasa, agradační val, výplavový kužel, povodňové koryto, bezodtoká deprese, povodňové strouhy, písčiny, písčiny, písčiny opuštěné koryto, zazemněné údolí, povodňový kužel, odškrcený meandr, mrtvé rameno, šijové koryto, sekundární koryto, průrva, dejekční (náplavový) kužel, koryto. Jedním z nejčastějších erozních fluviálních tvarů jsou výrazná poškození břehu (břehová nátrž). Česká terminologie fluviálních tvarů je stále ve vývoji, nové termíny uvádí Hrádek (2003).

Sedimenty ukládané při povodních jsou různého typu, např. výplně koryt, nivní usazeniny, náplavové kužele. Tyto sedimentární útvary jsou záznamem charakteristických rysů toku při povodni, jako jsou např. hloubka toku, rychlost proudění (Vilímek, 2007).

Fluviální sedimenty dělíme podle místa sedimentace na a) sedimenty ukládané v korytě toku (korytové), b) sedimenty ukládané mimo říční koryto (nivní) (Růžicková, 2003). Průměrné zrnitostní složení nivních sedimentů bývá následující: jemnozrnný písek 5 – 10 %, silt (prach) 20 – 40 % a jíl 35 – 60 %. Medián zrnitosti se nejčastěji pohybuje mezi 0,005 až 0,06 mm, tedy v rozmezí jílovité a prachové frakce (Kukal, 1964). Zrnitostní charakter nivních sedimentů je ovlivňován i reliefem krajiny. Analýza vzorků nivních uloženin Labe a jeho přítoků ukázala, že zatímco ve vrchovinách (výšková členitost 150 – 300 m) převažuje prachovitý písek (průměr zrnitosti (mean size, střední velikost zrna) $M_z=0,18$ mm) v pahorkatinách (výšková členitost 30 – 150 m) již jílovito – prachovitý písek (prům. $M_z=0,03$ mm) (Růžicková, Zeman, 2000). Pro fluviální sedimenty jsou typické dva typy zvrstvení: šikmé zvrstvení (výmolové šikmé – jedním z typů je čeřinové zvrstvení, planární zvrstvení) a horizontální zvrstvení. (Kukal 1986). Gradace fluviálních sedimentů může být jak negativní tak pozitivní. Pozitivní gradace je charakteristická pro povodňové sedimenty ukládané v říční nivě, negativní se pak nejčastěji vyskytuje u sedimentů aluviálních kuželů (Růžicková a kol., 2003).

1.2.3 Datování stáří fluvialních geomorfologických tvarů pomocí dendrochronologických metod

Jakékoliv svahové pohyby, povodně či jiné přírodní i antropogenně podmíněné procesy po sobě mohou zanechat ve vegetaci různé stopy. Částečně vyvrácené a nakloněné stromy, jizvy na stromech a čerstvě osidlované plochy jsou možným vodítkem pro určení rozsahu recentních svahových pohybů nebo míst postižených záplavami. Tyto stopy (excentrický růst letokruhů, zhuštěné či rozvolněné letokruhy, poškození povrchu kmene, neobvyklé odnožování, bajonetové formy stromů, růst adventivních kořenů, popř. stáří stromu ve vztahu k povrchu) pak při analýze poskytují důkazy o průběhu událostí, které vedly k jejich vzniku (Hupp, 1984).

Jednotlivé druhy dřevin se liší využitelností pro dílčí dendrochronologické metody. V této práci bylo prováděno datování pomocí vzorků olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), kterou řadí ITRDB (International Tree-Ring Data bank) mezi skupinu stromů s indexem CDI (crossdating index) 1 (stromy vhodné k datování a korelaci vzorků ze stromů rostoucích na jednom místě, tedy vhodné pro interpretaci podmínek stanoviště), zatímco další z hojně přítomných druhů vrba jíva (*Salix caprea*) s indexem 0 není vhodná (popř. její vhodnost není známa) pro použití v dendrochronologii (Daňhelka, 1999).

Jedním z nejzákladnějších přístupů dendrogeomorfologie je přímé určení stáří stromů rostoucích na tvarech vzniklých povodňovou událostí. Získáme tak však pouze minimální stáří (ne skutečné) daného tvaru (Treml, 2007).

Při přímém mechanickém ataku kmene (popř. kořene) dochází k vytvoření tzv. růstové jizvy. V zasaženém místě na čas dojde k přerušení tvorby letokruhů, porovnáním s místem ve stejné výšce kmene nepostižené poškozením můžeme určit stáří (Schweingruber, 1996).

Při přímém zasažení kořenového systému můžeme detekovat v letokruhovém řadě kořenů, popř. kmene poklesy přírůstu letokruhů. Problémem této metody je skutečnost, že zřetelnější letokruhy jsou formovány ve kmeni, na rozdíl od přímo zasažených kořenů (Strunk, 1997). Tato metoda se používá především pro analýzu smrkových kořenů, které reagují na obnažení kořenového systému i morfologickými změnami (zvýšení počtu a zmenšení velikosti buněk) (Malik, Owczarek 2005, Treml, 2007). Typické nivní dřeviny se však vyznačují vysokou rezistencí vůči mechanickému poškození kořenového systému a zpravidla ani na razantní zásahy do svého kořenového systému nereagují zmenšením radiálních přírůstů kmene (Schweingruber, 1996). Pokud dojde k vychýlení stromu ze svislé roviny např. v důsledku podemletí břehu, sesuvu, může dřevina na tyto podněty zareagovat tvorbou reakčního dřeva, a to tenzního (tahové dřevo – listnaté stromy) nebo kompresního

(tlakové dřevo – jehličnany), jež je díky své odlišné struktuře v daných letokruzích datovatelné (Schweingruber, 1996)

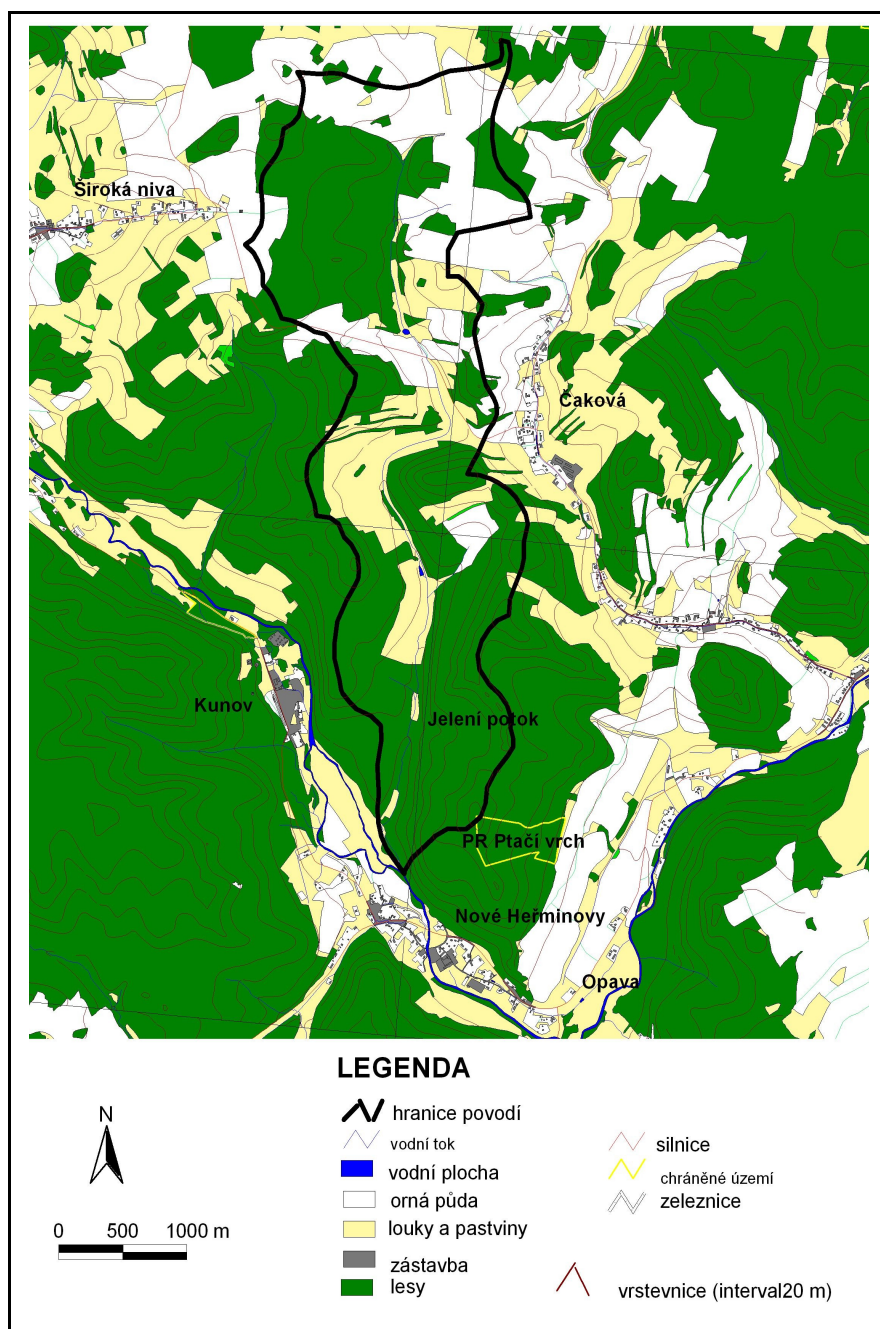
Případné snížení letokruhových přírůstků může mít původ i v nepříznivých klimatických podmínkách dané sezóny, většinou se však tato reakce projeví redukcí jednoho letokruhu, zatímco reakce na mechanické poškození se projeví růstovou depresí ve třech a více letokruzích (Hrádek, Malik, 2007). Záleží i na roční době při které došlo k poškození. V případě poškození před a v průběhu počátku tvorby letokruhů se mohou anatomické změny projevit ještě tentýž rok, jinak je můžeme sledovat až od sezony následující (Hrádek, Malik, 2007). V našich podmínkách se letokruhy vytvářejí podle typu dřeviny od dubna do září (Drápela, Zach 2000).

Při agraaci materiálu přímo na kmen stromu může dojít k vytvoření adventivních kořenů, z jejichž růstových stop (z kterého letokruhu vyrůstají) lze datovat událost, při které k agraaci došlo (Strunk, 1997).

2 Fyzickogeografická charakteristika území

Zájmové území této práce je povodí Jeleního potoka. Jelení potok je levostranný přítok Opavy, do kterého ústí v ř.km 92,3 nad zástavbou obce Nové Heřminovy. Správu toku vykonávají Lesy České republiky, plocha povodí se nachází v katastru obcí Čaková a Nové Heřminovy.

Obr. 1: Mapa povodí Jeleního potoka



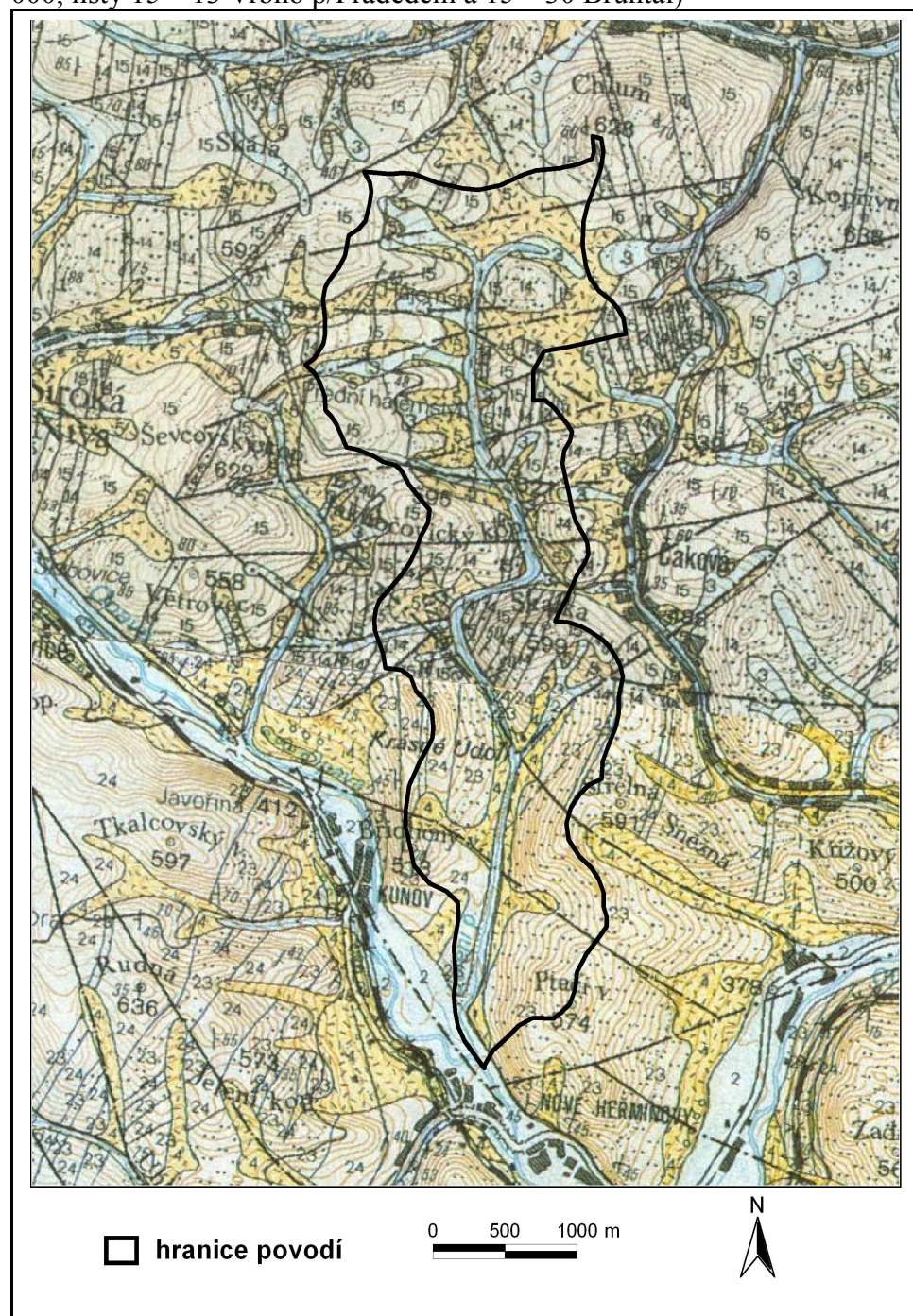
2.1 Geologická stavba

Z regionálně geologického hlediska náleží povodí Jeleního potoka k moravskoslezské oblasti (moravskoslezské paleozoikum) Českého Masivu (Chlupáč a kol., 2002).

Tato oblast Českého masivu je tvořena prekambričným podkladem (krystalinickými horninami a granitoidy), na nějž transgredují sedimenty devonu a spodního karbonu (kulmu) (Weismannová a kol., 2004). Ze srovnání biostratigraficky doložených profilů vyplývá, že hlavní nástup kulmského vývoje spadá do blízkosti hranice stupňů tournai – visé. Konkrétně ve zkoumané oblasti leží na starším ponikevském souvrství (devonské souvrství ludmírovského vývoje) konkordantně uložené hornobenešovské souvrství o mocnosti až 2000 m. Typickými horninami jsou nezřetelně zvrstvené tmavošedé droby (druh pískovce s vyšším podílem jílovito-prachovité matrice s úlomky starších hornin), místy s polohami drobnozrnných slepenců. Ve valounovém materiálu slepenců jsou hojné kyselé vulkanity, méně časté sedimenty, granitoidy a metamorfované horniny. Směrem do nadloží přibývá rytmicky zvrstvených poloh (Chlupáč a kol., 2002).

Na obr. 3 je patrná převaha drobů hornobenešovského souvrství, často střídaných s břidlicemi a slepenci. Úpatí svahů je často pokryto delofluviálními sedimenty, převážně hlinitokamenitými (řídce hlinitopísčitými) holocenně – pleistocenního (kvartérního) stáří, holocenní jsou pak fluvialní sedimenty v nivě Jeleního potoka.

Obr.2: Geologická mapa povodí Jeleního potoka (upraveno podle: Geologická mapa ČR 1:50 000, listy 15 – 13 Vrbno p/Pradědem a 15 – 30 Bruntál)



Legenda:

Kvartér, holocén : 1 – fluvialní, převážně hlinitopísčité sedimenty

2 – fluvialní sedimenty v nivách

3 – delufluvialní, převážně hlinitopísčité sedimenty

Kvartér, holocén – pleistocén :

4 – delufluvialní sedimenty kamenitohlinité až hlinitokamenité, včetně deluviofluvialních holocenních sedimentů

5 – deluvialní, převážně hlinitokamenité sedimenty místy s bloky

Paleozoikum, spodní a střední visé, hornobenešovské souvrství:

14 – droby se vzácnými čočkami gravelitových slepenců

15, 24 – břidlice, prachovce a jemnozrnné droby

23 – droby

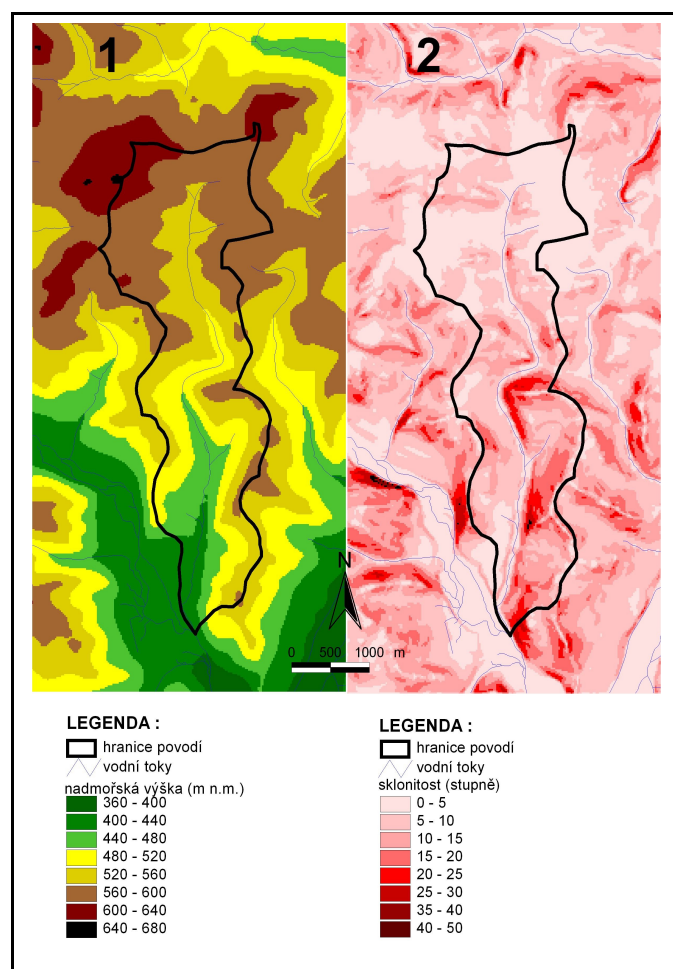
2.2 Reliéf

Z regionálně – geomorfologického hlediska je povodí Jeleního potoka součástí geomorfologického celku Nízký Jeseník (provincie Česká Vysočina, subprovincie Krkonošsko – jesenická, Jesenická podsoustava). V detailnějším členění pak součástí podcelku Brantická vrchovina a okrsku Krasovská vrchovina (Demek, 1987).

Krasovská vrchovina je členitá vrchovina, kerného původu, s úzkými rozvodními hřbety, strukturně podmíněnými izolovanými vyvýšeninami a hlubokými rozevřenými údolími (Demek, 1987).

Maximální výška povodí dosahuje 640,6 m n.m., minimální výška je 405,0 m n.m., absolutní výškový rozdíl dosahuje 235,6 m. Průměrný sklon povodí je 8,14 ° (viz. obr.4) Charakteristika tvaru údolí je nejbližší neckovitému typu.. Czudek (1988) upozorňuje na strukturně podmíněnou asymetrii dolního úseku údolí Jeleního potoka.

Obr. 3: Mapa výškové členitosti (1) a sklonitostních poměrů (2).



2.3 Klimatické poměry

Podle Quittovi klasifikace zveřejněné v Atlasu podnebí České republiky (Tolasz, 2007) se zájmové území této práce rozkládá na pomezí klimatické oblasti mírně teplé NW3 a chladné C7 (pramenná oblast s nejvyšší výškou). V tab. 1 jsou uvedeny základní parametry zastoupených klimatických oblastí.

Tab. 1: Parametry klimatických oblastí NW3 a C7 podle Quitta (in Tolasz, 2007).

Parametr	NW3	C7
Počet letních dní	20 - 30	10 - 30
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	120 - 140	120 - 140
Počet dní s mrazem	130 - 160	140 - 160
Počet ledových dní	40 - 50	50 - 60
Průměrná lednová teplota	-3 - -4	-3 - -4
Průměrná červencová teplota	16 - 17	15 - 16
Průměrná dubnová teplota	6 - 7	4 - 6
Průměrná říjnová teplota	6 - 7	5 - 7
Počet dní se srážkami 1 mm a více	115 - 120	120 - 130
Suma srážek ve veget. období	350 - 450	500 - 600
Suma srážek v zimním období	250 - 300	350 - 400
Počet dní se sněhovou pokrývkou	90 - 100	100 - 120
Počet zatažených dní	120 - 150	150 - 160
Počet jasných dní	40 - 50	40 - 50

V tab. 2 jsou uvedeny měsíční průměry teplot za období 1961 – 2006 nejbližších klimatologických stanic.

Tab. 2: Měsíční průměry teplot (1961 – 2006) vybraných klimatologických stanic (zdroj : ČHMÚ)

Stanice	nadm. výška (m n. m.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Krnov	323	-2,0	-0,8	2,9	7,9	13,0	16,1	17,6	17,1	13,1	8,6	3,5	-0,8
Město Albrechtice	483	-2,2	-1,1	2,1	7,1	12,2	15,2	17,0	16,7	13,0	8,5	3,0	-1,0
Světlá Hora	593	-4,0	-2,7	0,8	6,0	11,4	14,4	15,9	15,2	11,2	6,7	1,6	-2,7

ČHMÚ uvádí pro povodí Jeleního potoka dlouhodobou průměrnou roční výšku srážky na povodí $P_a = 734$ mm (třída III). V tab. 3 jsou uvedeny měsíční průměry srážek vybraných klimatologických a srážkoměrných stanic za období 1961 – 2006.

Tab. 3: Měsíční průměry srážek (1961 – 2006) vybraných klimatologických a srážkoměrných stanic (zdroj : ČHMÚ)

Stаницe	nadm. výška (m n. m.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Karlovice	505	40,3	41,4	41,7	50,0	82,1	95,9	104,6	81,9	55,5	44,6	53,5	45,7
Krnov	323	22,8	25,8	29,8	44,5	76,7	83,1	89,4	71,9	53,1	36,8	41,3	27,1
Lichnov	393	25,1	28,4	32,2	44,5	72,0	84,5	90,1	80,0	47,9	36,6	41,1	30,7
Město Albrechtice	483	35,9	40,3	42,8	56,9	87,8	98,3	103,3	90,2	58,4	42,3	53,1	42,3
Světlá Hora	593	40,4	40,5	43,4	45,7	75,6	91,9	94,3	76,3	52,2	47,2	56,3	50,9

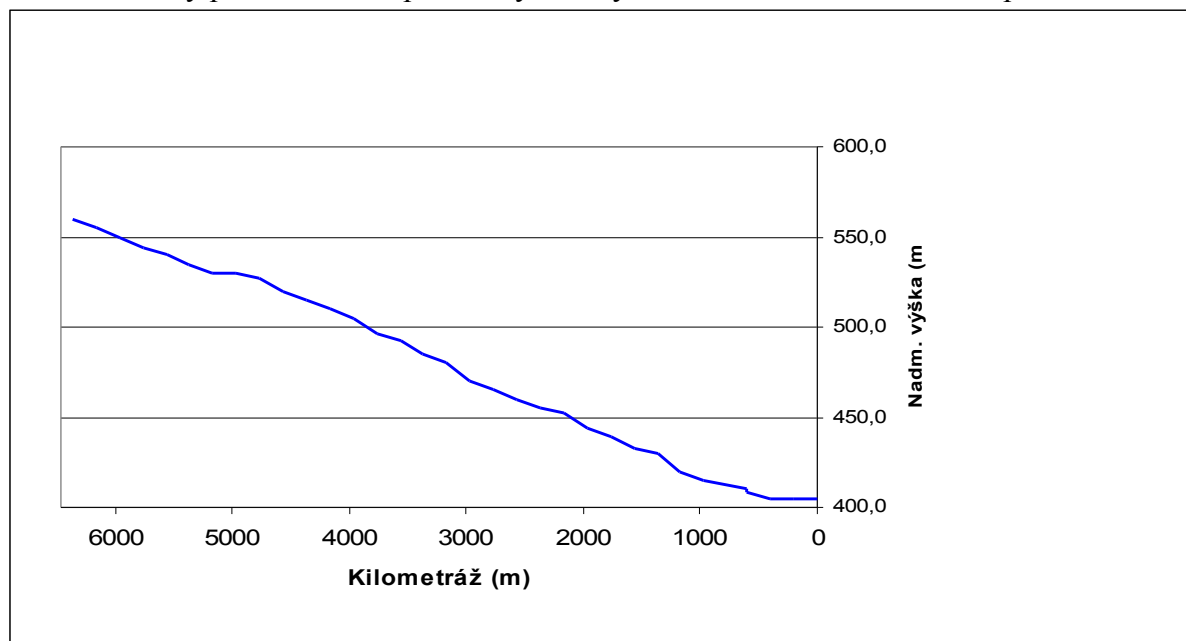
2.4 Hydrologické poměry

Jelení potok je levostranným přítokem Opavy, č.h.p. 2-02-01-0220, délka toku (délka nejdelší zdrojnice) činí 6,469 m, plocha povodí 7,66 km². Dle absolutní řádovosti se jedná o tok III.řádu. Celková délka říční sítě je 8,136 km , hustota celé říční sítě činí 1,06 km/km² (hustota podle hlavního toku 0,84 km/km²). Sinusoita toku (poměr skutečné kupřímkové délce, měřítko mapy 1:10 000) je rovna 1,17.

Délka rozvodnice je 17 060 m. Gravelliův koeficient $K_G = 1,739$. Tvar povodí je výrazně protáhlý ($A = 0,170 < 0,240$), střední šířka povodí je pouze 1,12 km. Jelení potok pramení ve výšce 560,2 m n.m., ústí do Opavy ve výšce 405,0 m n.m., sklon dna je 2,4 %. Na obr. 5 je uveden podélný profil Jeleního potoka.

K posouzení charakteru povodí a toku (podle ustanovení přílohy k ČSN 736820 – Úpravy vodních toků) se stanovuje koeficient bystřinosti toku K_b . Za bystřinu se považuje vodní tok, je-li hodnota součinitele bystřinosti K_b větší než 0,1. Pro Jelení potok je hodnota K_b 0,053, což ho řadí do kategorie podhorského potoka (Mareš,2008).

Obr. 4: Podélný profil Jeleního potoka vytvořený na základě DMR o velikosti pixelu 20 m.



Na toku není prováděno měření průtoků, k dispozici jsou pouze odvozené hodnoty ČHMÚ (III.třída), tab.4 a tab. 5.

Tab. 4: jelení potok - M – denní průtoky Q_{md} (l/s) (zdroj: ČHMÚ)

M	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Q_{md} (l/s)	146	104	82	68	57	49	42	35	30	25	19	13	9,3

Tab. 5: Jelení potok N-leté průtoky Q_N (m³/s) (zdroj: ČHMÚ)

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_N (m ³ /s)	0,96	2,11	4,1	5,96	8,11	11,5	14,4

Povodí postihlo v nedávné minulosti několik povodňových událostí. V červnu 1995 lokální povodeň (na Opavě v Krnově bylo dosaženo zhruba jednoletá voda) měla za následek částečnou destrukci opevnění čerstvě dokončeného hrazeného úseku. V roce 1996 (13. května) zasáhly povodí opět extrémní přívalové srážky (stanice Lichnov – 110 mm/24 h)(Brázdil, 2007) a již následující rok (červenec 1997) zasáhla rozsáhlé území katastrofální povodeň (kulminační průtok Opavy v Krnově výrazně přesáhl hodnotu tzv. „stoleté vody“), které způsobily v povodí rozsáhlé změny, kterým se budu dále věnovat ve své práci. V tab.6 uvádím hodnoty N-letých průtoků pro profil Opava – Krnov, v tabulce 7 maximální kulminační průtoky dosažené od roku 1952 (počátek měření) (N –letý $Q \geq 2$), spolu s maximy pro rok 1995.

Tab. 6: Opava - Krnov N-leté průtoky Q_N (m³/s) (zdroj: ČHMÚ)

N	1	2	5	10	20	50	100
Q_n (m ³ /s)	24,9	41,1	69,8	97,0	129	180	225

Tab. 7: Největší kulminační průtoky pro profil Opava – Krnov od roku 1952 , kulminační průtoky v roce 1995 (zroj:ČHMÚ)

Rok	Kulminační průtok (m ³ s)	Datum
1958	68,5	30.6.
1965	75	12.6.
1966	52,5	25.7.
1968	61	11.6.
1972	59	22.8.
1975	43,5	2.7.
1977	78,2	3.8.
1977	75,2	23.8.
1980	62,8	5.7.
1985	60,4	9.8.
1996	89,5	14.5.
1997	289	7.7.
1997	41,8	22.7.
2007	97,4	7.9.

Rok	Kulminační průtok (m ³ s)	Datum
1995	26,8	27.6.
1995	17,5	14.5.
1995	16,4	27.4.
1995	13,7	14.6.

2.4.1 Úpravy toku Jeleního potoka v minulosti

V roce 1983 došlo k výrazné úpravě samotného toku Jeleního potoka (ř.km 2,09 – 4,715). V rámci projektu „Odvodnění pozemků Čaková I“ bylo původní koryto (tvořené přirozenými meandry) nahrazeno kapacitním korytem lichoběžníkového profilu (šířka ve dně 1,2 m, sklon svahů 1:2, průměrná hloubka koryta je 1,3 m). Dno koryta bylo zpevněno pohozením z lomového kamene (velikost cca 30 cm), pata svahu třílaťovým plůtkem, svahy pak betonovou polovegetační tvárnici. Spádové poměry byly vyrovnány pomocí jednoduchých (popř.dvojitých) typových prahů z dřevěné kulatiny o výšce 0,3 m (popř. 0,4 m). Plánovaná úprava počítala při Q_5 – ti letém průtoku dosažení hloubky vody v rozmezí 0,47 – 0,56 m (ZVHS, 1983).

V roce 1994 proběhla úprava koryta od ústí do řeky Opavy ř.km 0,0 po přibližně ř.km 1,7. Směr původního meandrujícího koryta byl zachován, tvar značně zjednodušen (v případě dělení na více ramen popř. při vedení koryta meandru proti směru toku). Koryto bylo výrazně zkapacitněno, podélné zpevnění využívalo přirozených materiálů z prořezávky vrbového porostu (zápleťový plůtek) popř. laťového plůtku z tyčoviny. Oblouky meandrů a břehy tůní byly zpevněny kamennou rovnatinou. Spád byl upraven dřevěnými prahy různé výšky. (Lesy ČR, 1993). Uvedená stavba byla ještě před kolaudací poničena v červenci 1995 (1996) povodní po bouřkovém přívalu. Rekonstrukční práce proběhly na podzim 1996 a zahrnovaly opravy prahů a zápleťových plůtků, opětovné prohloubení koryta. (Lesy ČR, 1996). Po povodni v létě 1997 již v povodí rozsáhlejší práce neproběhly.

V současné době je zpracována studie proveditelnosti revitalizační úpravy Jeleního potoka (Mareš, 1998). V případě realizace se předpokládá vytvoření nového mělkého koryta spolu s množstvím retenčních prostor (průtočných i bočních), mokřadů. Dojde k rozvolnění trasy v ploše údolnice s jejím výrazným prodloužením, ke střídání klidových a proudných úseků a obnoví se narušené propojení vlastního potočního koryta s údolní nivou.

V nedávné době hojně diskutovanou otázkou byla protipovodňová opatření v povodí Opavy. Jednou z možností byla tzv. větší nádrž Nové Heřminovy, jejíž max. vzduť by zasáhlo i ústí Jeleního potoka do Opavy. Vláda ČR však svým rozhodnutím č. 444 ze dne 21.4. 2008 zvolila variantu tzv. menší nádrže Nové Heřminovy spolu s komplexem opatření v krajině. Tato varianta již přímo nezasahuje do povodí Jeleního potoka.

2.5 Půdy

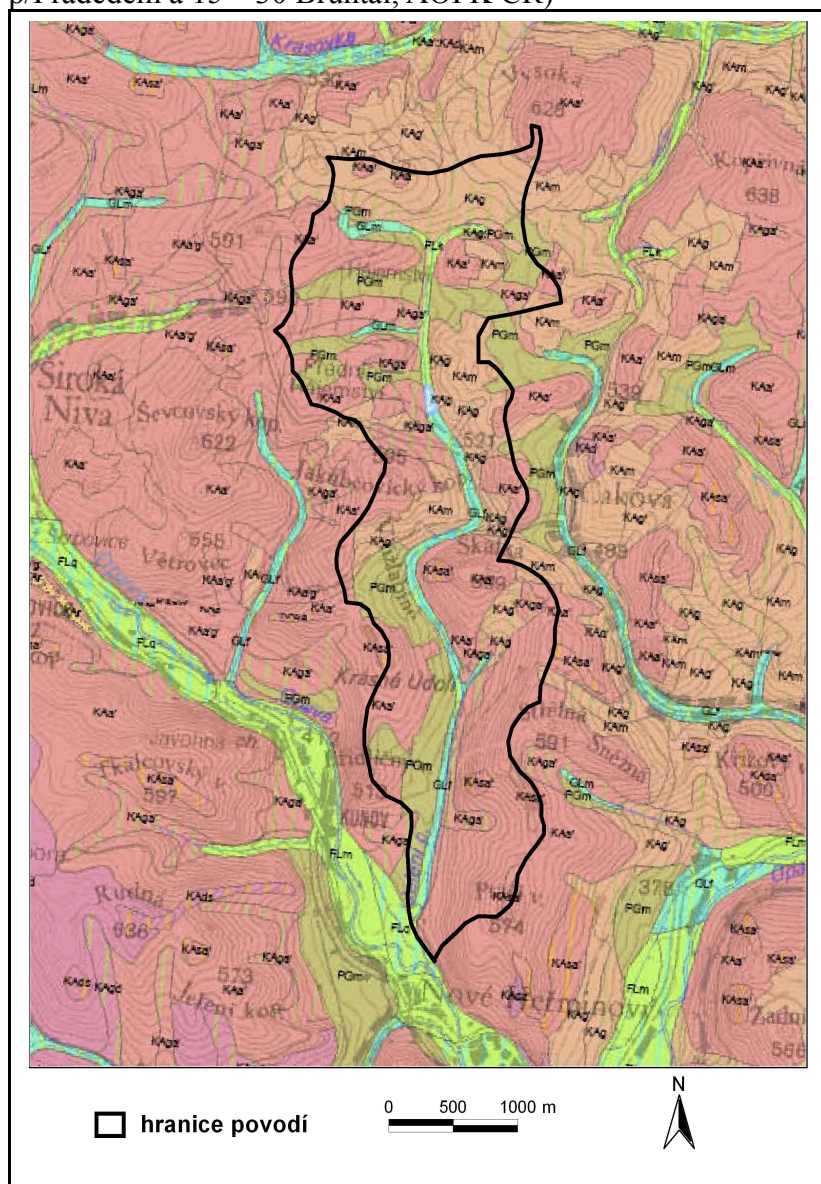
Převládajícím půdním typem (dle taxonomie Němeček a kol., 2001) ve sledovaném území jsou kambizemě (půdy se stratigrafií půdního horizontu O – Ah (Ap) – Bv – IIc) s kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem.

V povodí Jeleního potoka byla diagnostifikována celá řada subtypů kambizemí (Obr. 6). V členitějších partiích a v blízkosti rozvodnic je to kambizem mesobazická (Ptačí vrch, Břidličný vrch, Skalka, Jakubčovický kopec) s ostrůvky kambizemě rankerové (na silně skeletovitých svahovinách). Kambizem modální (pramenná oblast a horní tok) přechází až do přechodové kambizemě oglejené (se středně výraznými znaky mramorování v horizontu Bv).

V blízkosti nivy a v plochých polohách pramenné oblasti se vykytuje pseudoglej modální (semihydromorfní půda s výrazným redoximorfním mramorovaným horizontem v důsledku povrchového periodického převlhčení v hloubce do 0,5 m, (Němeček a kol., 2001)). Rozšíření pseudoglejů spolu s kambizemí oglejenou dobře koresponduje s rozsahem melioračních prací provedených v povodí.

V nivě toku se střídá při ústí fluvizem (fluvizem = půdy se stratigrafií O – Ah nebo Ap – M – C, charakterizované pouze fluvickými znaky: vrstevnatost, nepravidelné rozložení organických látek s obsahem > 0,5 % v celém profilu; Němeček a kol., 2001) glejová s fluvizemí kambickou v pramenné oblasti (s již vytvořeným kambickým horizontem) s glejem fluvickým na fluviálních sedimentech (střední tok). Ostrůvkovitě se vyskytuje glej modální.

Obr. 5: Půdy v povodí Jeleního potoka (upraveno podle: Půdní mapa ČR, listy 15 – 13 Vrbno p/Pradědem a 15 – 30 Bruntál, AOPK ČR)



Legenda: Půdní jednotka (Tax. Klasif. Systém Půd)

FLm	fluvizem modální	KAg	kambizem psefitická
FLg	fluvizem glejová	KAs	kambizem arenická
HNi, HNig	hnědozem luvická; i slabě (hluboko) oglejená	KAgd	kambizem mesobazická; i slabě oglejená; i slabě glejc
HNq	hnědozem luvická oglejená	KAsd	kambizem oglejená mesobazická
LUm	luvizem modální	KAd	kambizem rankerová mesobazická
LUg	luvizem oglejená	KAdr	kambizem dystriická
LUd	luvizem dystriická	KAdp	kambizem dystriická podzolovaná
KAs	kambizem eutrofní	KAdg	kambizem oglejená dystriická
KAgd	kambizem oglejená eutrofní	KAds	kambizem dystriická rankerová
KAdp	kambizem rankerová eutrofní	PGm	pseudoglej modální
KAm, KAg	kambizem modální; i slabě oglejená	GLm	glej modální
KAl, KAlg	kambizem luvická; i slabě oglejená	GLi	glej fluvický
KAg	kambizem oglejená	GLk	glej kambický
KAs	kambizem rankerová	GLo	glej histický

2.6 Vegetace

Přes 60 % plochy povodí Jeleního potoka zaujímají lesy, orná půda necelých 19 % a louky (pastviny) 18 % území. Pro území České republiky typické smrkové monokultury (*Picea abies*) jsou situovány především na středním a horním toku (plochý reliéf), zatímco výškově členitější dolní část (svahy Ptačího vrchu a okolí) jsou porostlé smíšenými lesy s převahou buku lesního (*Fagus sylvatica*) s příměsí smrku ztepilého, javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*), jedle bělokoré (*Abies alba*) a modřínu (*Larix decidua subsp. polonica*). Na jihozápadním svahu Ptačího vrchu (mimo povodí Jeleního potoka) byla proto vyhlášena v roce 1970 NPP Ptačí hora, jež byla v roce 1996 zařazená mezi výzkumné plochy mezinárodního projektu studia proměnlivosti sudetského modřínu (Weissmannová a kol., 2004).

V nivě Jeleního potoka je převažující dřevinou olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), doplněná na horním toku o olši šedou (*Alnus incana*). Olše lepkavá tvoří většinu břehových porostů, pouze na středním toku (okolí samoty U Jelena) je výrazněji doplněna vrbou jívou (*Salix caprea*) a vrbou křehkou (*Salix fragilis*), popř. bříza bělokorá (*Betula pendula*). Výrazným prvkem je liniová výsadba jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) na dolním toku. Jedná se o 2 skupiny mladých (dle odhadu ½ suchých) jasanů v hustém zápoji. Příměsí se objevuje i jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*) a výjimečně i smrk ztepilý (*Picea abies*).

Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky (Neuhäuslová a kol., 2001) předpokládá v této oblasti přirozené porosty květnatých bučin s kyčelnicí devítilistou (*Dentario enneaphylli*-Fagetum).

3 Metody

Pro určení současné dynamiky koryta a nivy Jeleního potoka, především ve vztahu k povodňovým událostem, bylo provedeno detailní mapování a s pomocí dendrochronologických metod i datování fluviálních geomorfologických tvarů reliéfu. K posouzení vlivu provedených antropogenních úprav na distribuci těchto tvarů bylo provedeno mapování upravenosti toku s důrazem na opevnění břehů a vymezení kritických míst. Dynamika údolní nivy v minulosti byla sledována na několika profilech. Analýza krajinného pokryvu v období 1840 – 2002 nám podává informaci o změnách a umožňuje odhad agradačního či zahlubovacího potenciálu toku.

3.1 Geomorfologické mapování

V nivě Jeleního potoka bylo provedeno detailní mapování fluviálních tvarů reliéfu. Metodologicky vycházelo z předchozích terénních výzkumů provedených v povodí Otavy, Sázavy a Opavy (Červinka, 2003, Křížek, Engel, 2004, 2007, 2008, Langhammer, 2008).

Mapované geomorfologické formy fluviálního původu byly následující (podle Brierly, Fryirs 2005, upraveno Křížek 2007):

Akumulační tvary - rozsah údolní nivy, dejekční (náplavové kužele), písčné a štěrkové akumulace v nivě i korytě, písčné a štěrkové lavice v nivě, agradační valy.

Erozní tvary – říční koryto, povodňová a opuštěná koryta, břehové nátrže (výrazné projevy boční eroze v břehové části).

U každého tvaru byla zaznamenána poloha (přístrojem GPS), rozměry (měřeny pásmovým měřítkem, popř. svinovacím metrem), u akumulačních tvarů i další doplňující informace (zrnitost, gradace, mocnost).

Výsledným výstupem se stala mapa fluviálních geomorfologických tvarů Jeleního potoka s tabulkou. Geomorfologické mapování fluviálních tvarů v nivě Jeleního potoka proběhlo 5. – 8.5. 2007 (kontrola po povodni v září 2007 proběhla 12. – 13.4. 2008).

3.2 Dendrochronologická analýza

Prvotní geomorfologický výzkum odhalil na toku místa, kde došlo k výrazným morfologickým změnám (akumulace, břehové nátrže, svahové pohyby aj.) spojeným s masivním zásahem do kořenového systému (obnažením či destrukce kořenů), nakloněním

stromů nebo agraďací materiálu na kmen(y) stromů. Z takto postižených stromů (nejčastěji se jednalo o olši lepkavou, *Alnus glutinosa*) byly Presslerovým (přírůstovým) nebo zezem odebrány kmenové vývrtý (podle možností ve výšce okolo 1,2m). Poloha stromu byla zaznamenána přístrojem GPS. Vývrt byl dále upraven seřiznutím (blíže Drápela, Zach 2000) a zpracován standardními dendrochronologickými metodami (Stokes, Smiley, 1968). K eliminování možných klimatických vlivů na letokruhovou řadu byla vytvořena tzv. průměrná chronologie (ze stromů, olší, rostoucích v nivě, ale přímo povodní nezasažených), se kterou byly porovnávány letokruhové křivky postižených stromů. Průměrné chronologie byly vytvořeny dvě – pro dolní (vzorek 15 olší) a horní (vzorek 10 olší) část povodí. Měření a sestavování letokruhových řad bylo prováděno pomocí programu Past 4 (SCIEM 2004), standardizace letokruhových řad pomocí software ArStan (Cook, Rusie, 2006).

Datování stáří erozní (akumulační) události bylo prováděno několika způsoby. Nejjednodušší je přímé určení stáří stromu na tvarech vzniklých povodňovou událostí. Takto ovšem získáme pouze minimální (ne skutečné) stáří daného tvaru .

V ostatních případech bylo stáří události (erozní, akumulační) určeno dle počtu letokruhů mezi borkou a prvním letokruhem, který vykazoval výraznou změnu v šířce (výrazně užší či širší), popř. jiné znaky (tvorba reakčního dřeva) (Tremel, 2007).

Získané letokruhové křivky a další indicie byly porovnány s klimatologickými záznamy z blízkých stanic a se záznamy průtoků na profilu Opava – Krnov (data ČHMÚ).

3.3 Profily nivními sedimenty

Popis profilů nivních sedimentů, popis struktury i textury, nám umožňuje charakterizovat dynamiku nivy v minulosti. Růžicková a kol.(2003) strukturou sedimentu rozumí charakteristiky dané zrnitostním složením (obsah jednotlivých zrnitostních frakcí, průměr zrnitosti, koeficienty vytrřídění, symetrie apod.), vztahem hrubě klastické složky k matrix a charakteristiky vyjadřující tvar (stupeň zaoblení, tvar, sféricita) a povrchu klastů. Texturou sedimentu rozumí makroskopické i mikroskopické uspořáďání částic v sedimentu (zahrnuje znaky vrstevnatosti a primárního zvrstvení).

V nivě Jeleního potoka bylo popsáno 6 profilů nivními sedimenty, pro porovnání charakteru sedimentace byly další 2 profily odkryty v přilehlé nivě Opavy. K popisu bylo nejčastěji využito přirozených odkryvů (zpravidla stěn břehových nátrží, popř. opuštěných ramen), které byly očistěny a prohloubeny. Jeden z profilů byl vyhlouben přímo v nivě

Jeleního potoka. Poloha profilů byla zaznamenána přístrojem GPS. U každého z profilů byl zapsán sled a charakter jednotlivých vrstev (Kukal, 1964, Miall 1996).

Popisované charakteristiky byly následující: barva, zrnitost, vytrídění, zaoblení, gradace, zvrstvení, popř. další výrazné znaky: nápadné akumulace organické hmoty, výrazné příměsi atd. Barva sedimentu byla určena podle Munsellovy barevné stupnice.

Zrnitost byla orientačně určena podle převládající složky přímo v terénu. Odebrané vzorky určené k přesnému zrnitostnímu rozboru v laboratoři nebyly používanou metodou (sítování) analyzovány pro příliš vysoký obsah jílovitých částic.

Míra vytrídění byla vizuálně určena podle Hubbard, Glassner (2003) do 4 kategorií (1-4: velmi dobře, průměrně, špatně, velmi špatně vytríděný materiál). Kukal (1964) uvádí vytrídění nivních sedimentů mezi $\sigma_{\phi}=1-3$, tedy středně nebo špatně vytríděný.

Zaoblení bylo klasifikováno (Hubbard, Glassner, 2003) do 6 kategorií (1-velmi dobře zaoblený až 6 - velmi hranatý) na základě průměru skupiny 20 klastů pro každou vrstvu.

Obsah organické hmoty v nivních sedimentech kolísá mezi 1 – 10 % (Kukal, 1964). Nález uhlíků umožnil určení stáří radiokarbonovou metodou (laboratoř Poznaň, Polsko). Dalšími určovanými znaky bylo zvrstvení (kategorie) a gradace (pozitivní, negativní (sensu Kukal 1986, Růžicková a kol. 2003)).

3.4 Mapování upravenosti toku

Analýza vycházela z metodiky mapování HEM – F (blíže Langhammer, 2007), jež reflektuje na zavedení národní metodiky HEM hydromorfologického monitoringu kvality toků pro účely Rámcové směrnice o vodní politice ES (akceptované ČR v roce 2007) (Langhammer, 2008).

Pro potřeby mé práce bylo však třeba detailnějšího popisu (vzhledem k velikosti povodí) upravenosti trasy toku, podélného profilu, koryta toku a upravenosti příbřežní zóny a nivy Jeleního potoku bez nutnosti počítání jednotlivých (i souhrnných) indexů. Proto jsem zvolil jarní termín mapování (předvegetační období), kdy niva a především koryto toku není příliš zarostlé a minimalizují se obtíže i chyby. Mapování proběhlo 12. -13.4. 2008, úseky byly popsány a zaměřeny přístrojem GPS.

Rozhodujícím ukazatelem pro vymezení jednotlivých úseků byla upravenost trasy toku (půdorysný tvar průběhu trasy toku v daném úseku). Zvláštní důraz byl kladen na detailní zmapování upravenosti břehů a dna. V kombinaci s výsledky mapování fluvialních

tvarů byli vytipovány kritické úseky toku. Některé morfologické ukazatele byli zařazeny již v kapitole geomorfologie povodí (tvar údolí).

3.5 Analýza změn krajinného pokryvu povodí Jeleního potoka

K analýze změn krajinného pokryvu byla použita mapová díla I. a II. vojenského mapování doplněná o letecké snímky území z let 1937, 1971 a 2002.

Mapové podklady charakterizují dobu modernizace společnosti, nastupující industrializaci a urbanizaci, těsně před ukončením trendu zvyšování rozlohy zemědělského půdního fondu půdy v 80. letech 19. stol. (Bičík, 2003).

Mapy I. vojenského mapování (Josefské mapování) představují první ucelené vojenské mapování tehdejší habsburské monarchie. Pro území Slezska vznikla v roce 1763 mapa knížectví Tišínského, Opavského, Krnovského a Nisského ve 40 sekcích. Zachovalo se však pouze její rektifikované podání obsahující jen 10 korigovaných původních sekcí. Zbylých 30 sekcí pochází až z nového mapování v roce 1780. Měřítko mapy je 1:28 800. Povodí Jeleního potoka je zachyceno na mapových listech Slezsko 28 a Slezsko 29. Vzhledem k metodě vzniku, kdy nebyla použita geodetická osnova je georeference těchto map velmi nepřesná, pro horské oblasti činí průměrná chyba 700 m, pro rovinaté oblasti se pohybuje okolo 400 m (Brůna a kol., 2002).

Při interpretaci je nutné počítat s určitou stylizací (např. zakreslení meandrů vodních toků). Orná půda, úhor a louky a pastviny na suchých stanovištích jsou zakresleny pouze barvou mapového podkladu na rozdíl od vlhkých luk a pastvin (světle zelený tón).

Lesní porosty jsou zakresleny stromečkovou metodou (různé hustoty a vzrůstu), chybí však zakreslení hranic porostů, které je řešeno kontinuálním přechodem les – rozptýlená zeleň – travní porosty (Brůna, 2006).

Díky tomu nemůžeme kvantifikovat změny krajinného pokryvu jednotlivých ploch, proto byla použito pouze slovní hodnocení.

Mapy II. vojenského mapování (Františkovo mapování) vznikaly v letech 1818 – 1858, mapy Moravy a Slezska pak v letech 1836 – 1840. Měřítko bylo zachováno 1:28 800, podkladem již byla přesná geodetická osnova s použitím situace map stabilního katastru (Brůna a kol., 2002). Díky dostatečné přesnosti tohoto mapového díla je možná georeference jednotlivých listů a tím i kvantifikace jednotlivých typů krajinného pokryvu. Povodí Jeleního potoka se nachází na listech VI-3 a VI-4.

Orná půda je i na těchto mapách ponechána barvě podkladu, pole jsou dělena na jednotlivé lány. Louky jsou znázorněny odstíny světle zelené barvy, pastviny tyrkysově zelenou barvou.

Modré linie vodních toků je možné při zčernání pigmentu zaměnit za linii cest (Brůna a kol., 2002).

Lesní porosty jsou reprezentovány zelenošedou plošnou značkou (mnohdy se symbolem jehličnatého nebo listnatého stromu) s výrazným ohraničením. Problémy mohou nastat v oblastech s vyšší nadm. Výškou a členitým reliéfem, kdy šrafy reprezentující strmé svahy vyvolávají dojem jednolitě tmavé plochy bez možnosti identifikace dalších mapových značek (Brůna, 2006).

Časová řada leteckých snímků byla zvolena s ohledem na změny ve vlastnictví půdy v průběhu 20. stol. Rok 1937 charakterizuje předválečné období před vysídlením pohraničí, 1971 dobu socialistické zemědělské velkovýroby a rok 2002 současný stav doplněný o data získané přímo v terénu.

Použité scany leteckých snímků z let 1937 a 1971 pocházejí z archivu Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu v Dobrušce (VGHMÚř). Jedná se o černobílé snímky pořízené velkoformátovou kamerou v různém měřítku. Povodí Jeleního potoka je tak zachyceno na 3 snímcích z roku 1937, 2 snímcích z roku 1971. Snímky z roku 2002 (8 ortofot) pochází z databáze Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZAK). Pro potřeby analýzy bylo třeba snímky referencovat do souřadného systému S – JTSK. K eliminaci zkreslení způsobeného členitostí reliéfu byly snímky následně ortorektifikovány metodou identických bodů v programu PCI Geomatica.

Zpracování dat vycházelo z metod vizuální interpretace za využití interpretačních znaků (tvar, stín, velikost, tón textura, struktura a poloha aj.). Velmi důležité bylo i sledování příčinných stavů a souvislostí.

4. Výsledky

4.1 Tvary reliéfu vzniklé recentními povodňovými událostmi

V nivě Jeleního potoka výrazně převažují erozní tvary nad akumulacími tvary reliéfu. Nejčastěji vyskytujícím se tvarem jsou břehové nátrže. Délka nátrží (měřeno ve směru podélné osy koryta) kolísá mezi 4 – 30 m, šířka mezi 1 – 4m (měřeno kolmo na osu koryta). Na obr. 6 a 7 je patrné rozdělení jednotlivých tvarů. Můžeme vydělit 3 hlavní oblasti výskytu povodňových tvarů reliéfu.

Převážná většina mapovaných erozních tvarů (35 z 53) se nachází na dolním toku Jeleního potoka (do ř. km 1,698). Břehové nátrže jsou situovány především do míst změny proudění (zákruty), za vyššími stupni v korytě popř. do míst změny charakteru zpevnění břehů. Nejvýraznějšími mapovanými tvary je dvojstupňové koryto E4 (max. šíře 4,8 m, výška stupňů 0,4 a 0,7m) a přeložené povodňové koryto E10, u kterého došlo k napřimení původně uměle modelované trasy toku (i přes masivní opevnění kamenným záhozem).

Ve střední části je koncentrace erozních tvarů podstatně nižší. Nátrže E 36, E 37 se nachází v místě přechodu mezi upraveným (polovegetační tvárnice) a přírodním korytem. Nátrže E 38, E 39 jsou umístěny za mostním propustkem, který výrazně omezil průtočnou kapacitu koryta. Do prostoru nátrže E 38 je navíc situován odtok z neprůtočné vodní nádrže. Nátrže E 40 – E 45 se nacházejí na napřimeném upraveném toku.

V horní části povodí je několik rozsáhlých břehových nátrží z nichž nejvýraznější je souvislý oboustranný pás o délce cca 100 m (E 53). V minulosti výrazně napřimené neopevněné koryto (valy kolem koryta ve výši až 1,5 m nad povrchem nivy) podléhá výrazné boční i břehové erozi, což má za následek sesuvy břehů a značný odnos materiálu. Břehové porosty (olše lepkavé a šedé) nedokáží svahy dostatečně zpevnit, stromy jsou podemílány a často vyvráceny. O míře hloubkové eroze svědčí výška betonovými deskami zpevněného přítoku, který v současnosti leží 0,8 m nad úrovní dna Jeleního potoka (nátrže E50, E 51). Odnos materiálu způsobil zanesení průtočné vodní nádrže (ř.km 4,733).

Akumulační tvary nejsou na rozdíl od erozních příliš zastoupené. Nejvýraznější jsou korytové hlinitopísčité akumulace A6 a A7 situované za poškozenými příčnými stupni z kulatiny. Drobné korytové akumulace A1 až A3 (kombinované – část šterková, část hlinitopísčité) jsou situovány do míst výrazného rozšíření průtočného profilu. Akumulační tvary A4 a A5 připomínají agradační valy, nebyly však zjištěny projevy imbrikace u klastického materiálu. Jednou z možností vysvětlení jejich původu je pozůstatek po prohrábce

koryta. Zmapovaný rozsah dejekčních kuželů je pouze přibližný, v terénu jsou tyto tvary nevýrazné.

Kromě uvedených tvarů je v nivě stále místy patrný průběh původního neupraveného koryta. Na dolním toku jde o krátké úseky, provedená úprava (z roku 1994) zachovala hrubé rysy původního koryta. Na středním toku (nad vodní nádrží) bylo při úpravě (v roce 1983) vytvořeno zcela nové koryto, původní je místně patrné při levém kraji nivy. Více zahloubené místa mají mokřadní charakter, linie toku je možné rekonstruovat i podle věkové struktury břehové vegetace – původní stromy jsou výrazně starší. Horní část povodí byla upravena nejdříve, přesto i zde je možné najít pozůstatky po původní trase potoka.

Tab. 8: Erozní tvary v nivě Jeleního potoka.

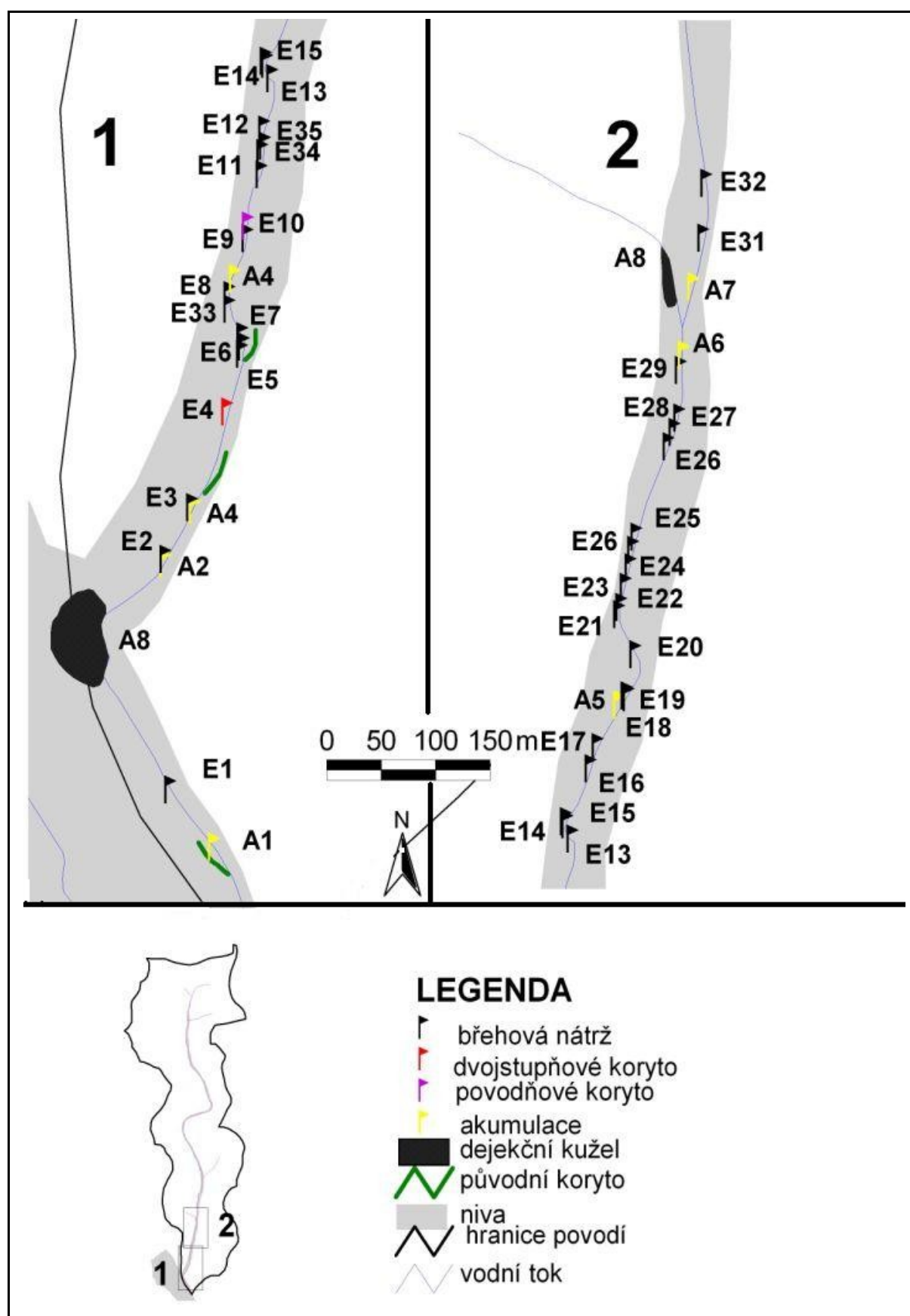
Kód	Břeh	Tvar (charakteristika)	Max. rozměr (délka x šířka x mocnost) [m]	Dendrochronologický vzorek
E1	P	břehová nátrž	11x1,8x0,7	
E2	P	břehová nátrž (příčný stupeň)	14x2x0,9	A1(2008)
E3	P	břehová nátrž (změna opevnění)	9+14x3+1,8x0,7	
E4	P	dvojestupňové koryto	22,5x4,8x0,4+0,7	A1(2007)
E5	L	břehová nátrž (změna směru)	4x1,5x1	
E6	P	břehová nátrž (změna směru)	7x1x0,9	
E7	P	břehová nátrž (změna směru)	18x1,8x0,8	
E8	L	břehová nátrž	5x1,2x0,7	
E9	P	břehová nátrž	5x1,4x0,7	
E10	P	přeložené koryto (změna směru)	12x3,5x0,7	
E11	L	břehová nátrž (změna směru)	4,5+5x2x0,9	
E12	P	břehová nátrž (změna směru)	4,5x2x1	
E13	L	břehová nátrž (změna směru)	10x1,5(3)x1	A3(2007)
E14	P	břehová nátrž (příčný stupeň)	9,5x2x0,95	A3(2008)
E15	L	břehová nátrž	5x3x1	
E16	P	břehová nátrž	18,5x1,5x0,8	
E17	P	břehová nátrž	17x3x0,6	
E18	P	břehová nátrž	13x1x0,8	
E19	L	břehová nátrž	13x1x0,8	
E20	P	dvojestupňové koryto	8x1,5x0,4(0,8)	
E21	P	břehová nátrž (změna směru)	10x3,5x0,95	
E22	L	břehová nátrž	6x1,5x0,9	
E23	L	břehová nátrž (příčný stupeň)	9x1,2x0,7	
E24	L	břehová nátrž (příčný stupeň)	14x2,8x0,8	
E25	P	břehová nátrž	7x1,5x0,8	
E26	P	břehová nátrž	13x2,5x1,1	
E27	P	břehová nátrž (příčný stupeň)	4x1x0,6	
E28	P	břehová nátrž (příčný stupeň)	8x1x0,7	
E29	L	břehová nátrž (příčný stupeň)	9x1,5x1,4	
E30	P	břehová nátrž	5x1x0,9	
E31	P	břehová nátrž	30x1x0,5	
E32	L	břehová nátrž	20x1x0,6	
E33	P	břehová nátrž	5x1,2x0,9	
E34	P	břehová nátrž	4x1x1	
E35	L	břehová nátrž	4,5x1,5x1	
E36	L	břehová nátrž (konec upr. úseku)	8x2x1	
E37	P	břehová nátrž (konec upr. úseku)	8x2x1	

Kód	Břeh	Tvar (charakteristika)	Max. rozměr (délka x šířka x mocnost) [m]	Dendrochronologický vzorek
E38	L	břehová nátrž (propustek)	10x2x1,5	
E39	P	břehová nátrž (propustek)	10x1x1,5	
E40	P	břehová nátrž (přímý úsek)	15x2x1,3	
E41	L	břehová nátrž (přímý úsek)	9x2,5x0,7	
E42	P	břehová nátrž (přímý úsek)	12x2x1,1	B14(2008)
E43	P	břehová nátrž (přímý úsek)	15x3x1,1	B15(2008)
E44	P	břehová nátrž (přímý úsek)	10x2,5x1	B16(2008)
E45	L	břehová nátrž (přímý úsek)	9x2x0,7	
E46	L	břehová nátrž	10x1,5x0,7	
E47	L	břehová nátrž	6,5x1,5x1,4	A8(2007)
E48	P	břehová nátrž (svah.pohyby)	6,5x1x1,5	
E49	P	břehová nátrž (svah.pohyby)	7x1x1,5	
E50	P	břehová nátrž (soutok)	7x3,5x1,8	A9(2007)
E51	L	břehová nátrž (soutok)	10x3x2	
E52	P	břehová nátrž (svah.pohyby)	10x2x2	
E53	L+P	soustava nátrží (svah.pohyby)	100	

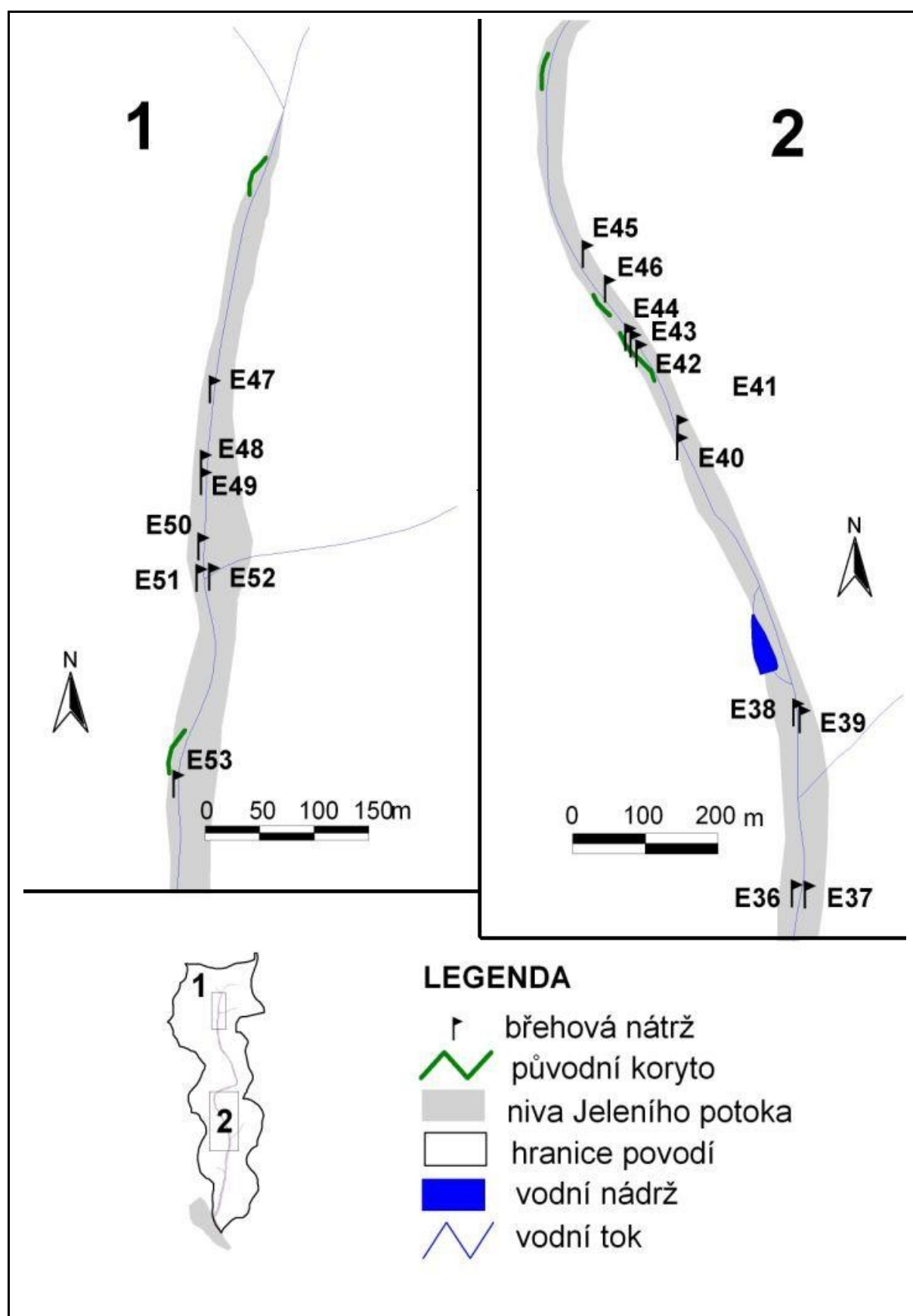
Tab. 9: Akumulační tvary v nivě Jeleního potoka.

Kód	Tvar	zrnitost	Max. rozměr (délka x šířka x mocnost) [m]	Dendrochronologický vzorek
A1	korytová akumul.	kombinovaná	7x2x0,3	
A2	korytová akumul.	kombinovaná	6x2x0,2	
A3	korytová akumul.	kombinovaná	8x2x0,3	
A4	L akumulace v nivě	štěrkovokamenitá	12x3x0,5	A2(2007)
A5	P akumulace v nivě	štěrkovokamenitá	7x4x0,7	
A6	korytová akumul.	hlinitopísčité	15x9x0,4	
A7	korytová akumul.	hlinitopísčité	10x2x0,4	
A8	výplavový kužel			
A9	výplavový kužel			

Obr. 6: Fluviální tvary reliéfu – dolní část povodí



Obr. 7 : Fluviální tvary reliéfu – střední a pramenná oblast povodí Jeleního potoka.

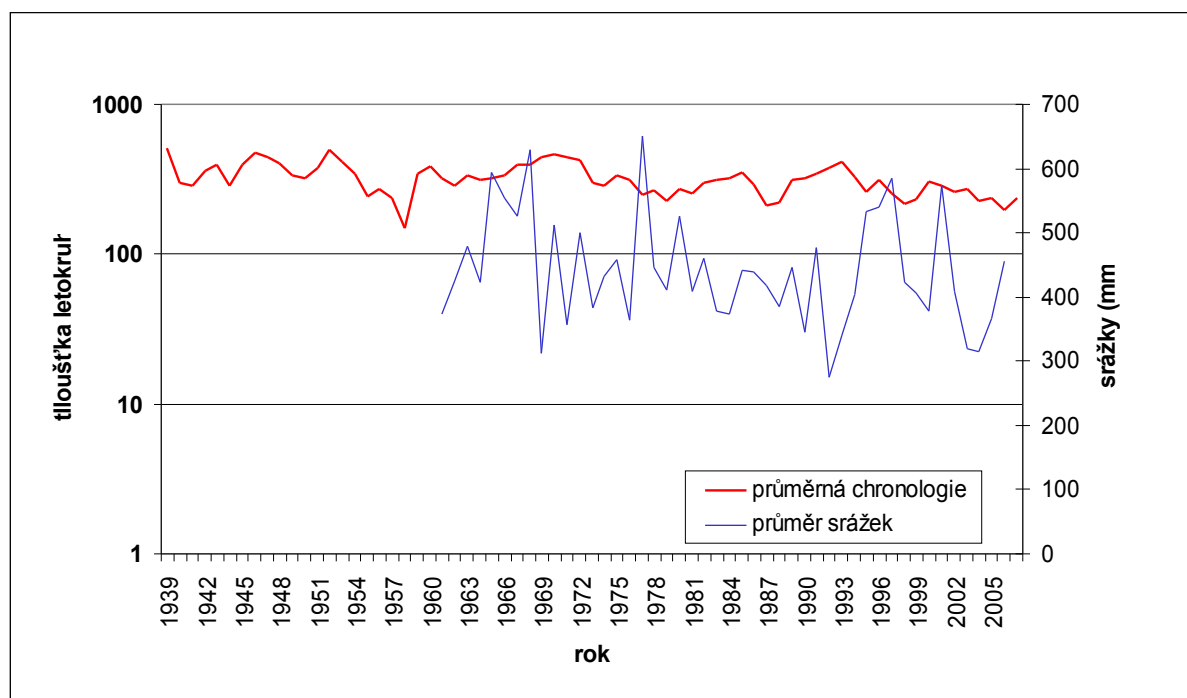


4.2 Dendrochronologická analýza

A) Dolní část povodí

Průměrná chronologie pro olši lepkavou (*Alnus glutinosa*) byla vytvořena z 15 olší rostoucích v nivě. Pro posouzení míry závislosti na klimatických faktorech byla porovnána s průměrnou výškou srážek za vegetační období (duben – září) vybraných blízkých srážkoměrných stanic (Karlovice, Lichnov, Světlá Hora)(Obr. 8). Křivka průměrné chronologie však nevykazuje známky závislosti na srážkách ve vegetačním období.

Obr.8: Porovnání průměrné chronologie (pro dolní část povodí) s průměrem srážek za vegetační období (duben – září) vybraných srážkoměrných stanic (zdroj srážkoměrných dat: ČHMÚ)



V Tab. 10 je zachycen záznam významných změn jednotlivých analyzovaných vzorků. Nejvýrazněji jsou zastoupeny výrazné růstové poklesy v 90.letech. Reakce z roku 1995 je nejspíše reakcí na antropogenní úpravy koryta v roce 1994, ostatní pak na následující povodně v letech 1996 a 1997

Detailní analýza vybraných vzorků:

A1(2007) – olše lepkavá

Vzorek odebraný z mladé olše rostoucí na výrazném erozním tvaru E4 (dvojstupňové koryto). Počátek růstu datujeme do roku 1998, což udává minimální stáří tohoto tvaru. Tvar tedy vznikl pravděpodobně během povodně v r. 1997.

A2(2007) – olše lepkavá

Vzorek odebrán z olše částečně zasypané sedimenty nejasného původu (nahromaděný nevytříděný materiál všech zrnitostních kategorií s převahou hrubých valounů), tvar A4. Výrazná záporná růstová odchylka v roce 1994 (v tomto roce probíhala rozsáhlá úprava koryta Jeleního potoka), což může naznačovat antropogenní původ materiálu, jak bylo předpokládáno výše..

B14(2008) – olše lepkavá

Vzorek je odebraný z olše na kraji rozsáhlé břehové nátrže (E 42). Na vzorku je patrný razantní pokles šířky letokruhu v roce 1995, jež zřejmě značí vytvoření břehové nátrže E 42.

B15(2008) – olše lepkavá

Vzorek mladé olše rostoucí ve vzdálenosti 3,5 m od původního koryta v současnosti na kraji břehové nátrže E 43. Od roku 2000 je patrný výrazný pokles přírůstků, zřejmě důsledek postupného zvětšování blízké břehové nátrže E43, patrně založené v r. 1997.

B18 (2008) – olše lepkavá

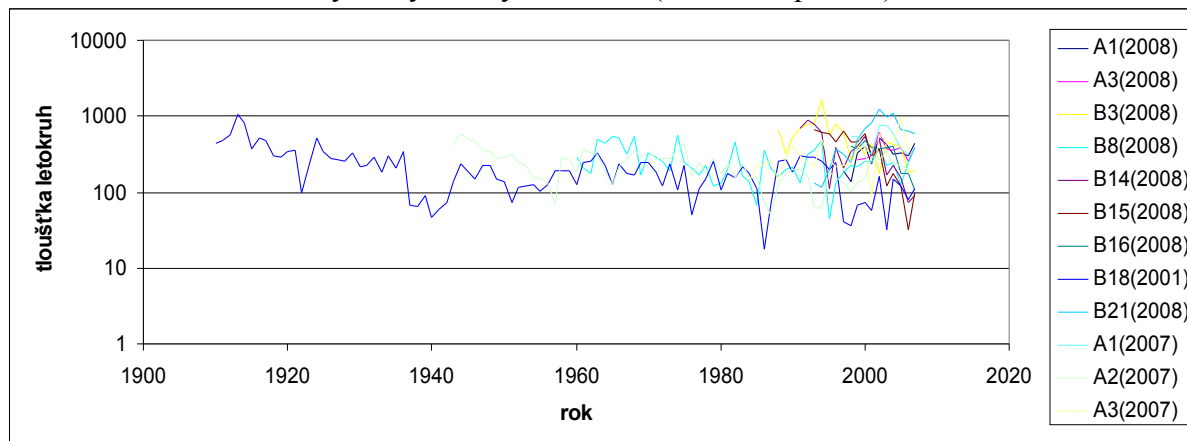
Vzorek odebraný z nejstaršího stromu rostoucího na břehu původního koryta opuštěného při úpravách prováděných na středním toku v roce 1983. Na letokruhové křivce je patrné výrazné snížení tloušťky letokruhů v letech 1985 a především 1986, tj v letech bezprostředně po úpravě. Dalšími roky se sníženými přírůstky jsou léta 1997, 1998 a 2003.

Dendrochronologické křivky všech analyzovaných stromů jsou uvedeny na obr. 9.

Tab.10: Významné znaky dendrochronologických křivek (+ nárůst šířky , o pokles šířky , x absolutní stáří) a jejich porovnání se známými povodněmi na Opavě a Jelením potoce.

Rok	Znaky	Událost	Měsíc	Kulminační průtok v Krnově (m ³ /s)
2006				
2005	+o			
2004				
2003	+o			
2002	+++++o			
2001	o			
2000	++			
1999	x			
1998	ooxx			
1997	oox	povode ň	7	289
1996		povode ň	5	89,5
1995	oo	povode ň	6	26,8
1994	+o	úpravy		
1993	o			
1992				
Rok	Znaky	Událost	Měsíc	Kulminační průtok v Krnově (m ³ /s)
1990				
1989	o			
1988				
1987	o			
1986	o			
1985	o	povode ň	8	60,4
1984		úpravy		
1983				
1982				
1981				
1980		povode ň	7	62,8

Obr.9: Letokruhové křivky analyzovaných stromů (dolní část povodí).



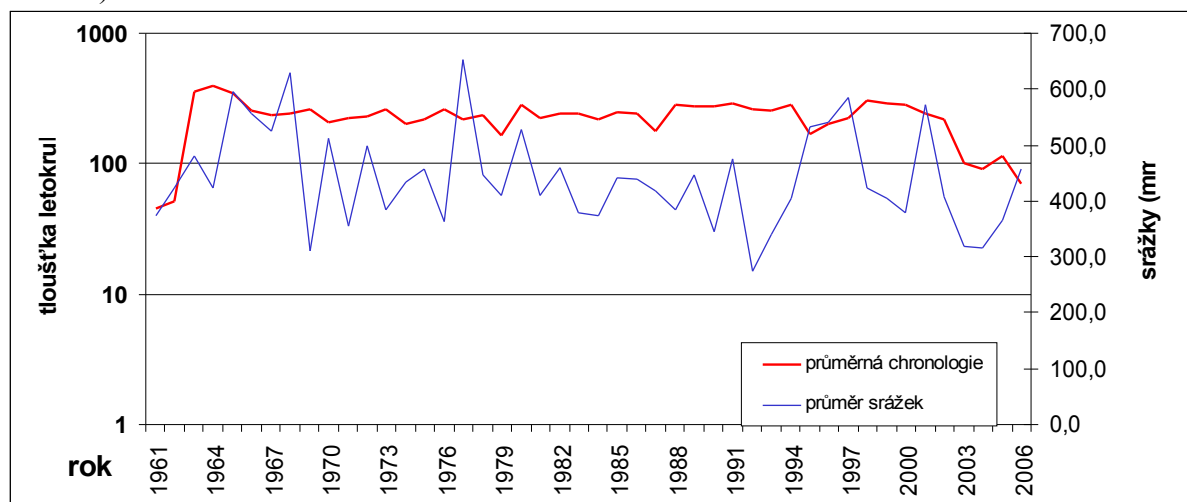
B) Horní část povodí (pramenná oblast)

Průměrná chronologie (obr. 10) pro olši lepkavou (*Aldus glutinosa*) byla vytvořena z 10 olší rostoucích v nivě. Pro posouzení míry závislosti na klimatických faktorech byla porovnána s průměrnou výškou srážek za vegetační období (duben – září) vybraných blízkých srážkoměrných stanic (Karlovice, Lichnov, Světlá Hora, Obr. 10). Křivka průměrné chronologie opět nevykazuje známky závislosti na srážkách ve vegetačním období.

Na průměrné chronologii je nejvíce patrný razantní pokles šířky letokruhů v roce 1995 a především pokles růstového trendu od roku 1998.

Letokruhové řady z blízkosti koryta (tab.12) vykazují značnou rozkolísanost především po roce 2000. Období s výraznými zápornými odchylkami bylo zaznamenáno v 90.letech (1993 – 1998) odpovídá předpokládaným povodním na Jelením potoce.

Obr. 10: Porovnání průměrné chronologie (pro horní část povodí) s průměrem srážek za vegetační období (duben – září) vybraných srážkoměrných stanic (zdroj srážkových dat: ČHMÚ).



Tab.11: Výrazné znaky dendrochronologických křivek (+ nárůst šířky , o pokles šířky , x absolutní stáří) a jejich porovnání se známými povodněmi na Opavě a Jelením potoce.

Rok	Znaky	Událost	Měsíc	Kulminační průtok v Krnově (m ³ /s)
2006				
2005	++o			
2004	oo			
2003	+oo			
2002	+++o			
2001	oo			
2000	+			
1999	++++			
1998	o			
1997	x+oo	povodeň	7	289
1996	ooo	povodeň	5	89,5
1995	oo	povodeň	6	26,8
1994	o			
1993	oo			
1992				
1991	xx			
1990	+			
1989				
1988				
1987				
1986				
1985		povodeň	8	60,4
1984				
1983				
1982				
1981				
1980		povodeň	7	62,8

Detailní analýza vybraných vzorků:

A5(2007) – vrba jíva

Datovaný strom roste na zaneseném dně bývalého rybníka od roku 1997. Výrazná eroze spojená s odnosem materiálu tedy nutně musela probíhat již před katastrofickou povodní roku 1997.

A8(2007) – olše lepkavá

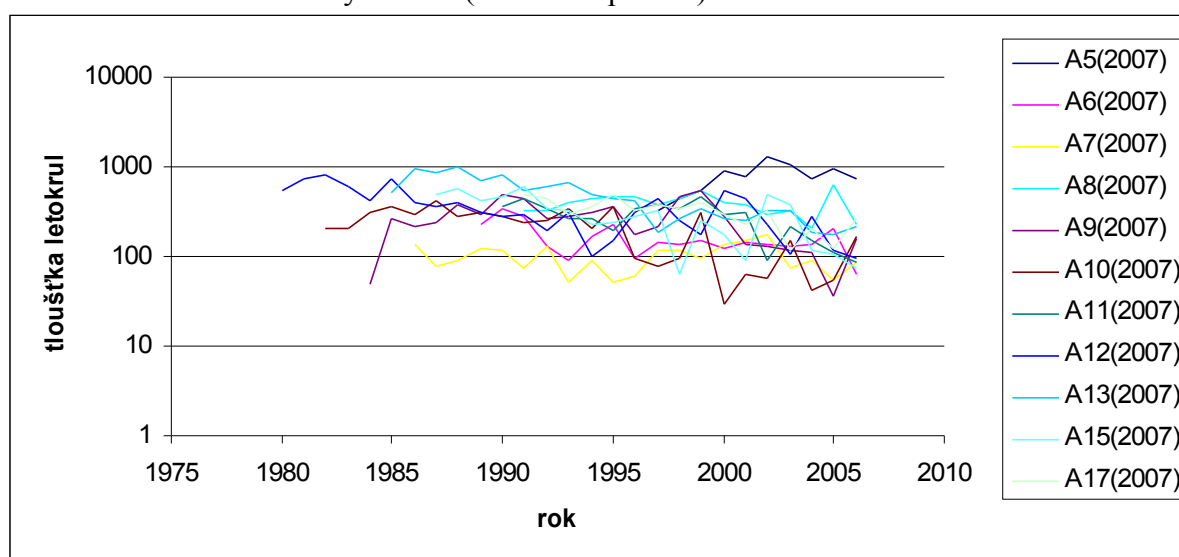
Na analyzovaném vzorku z výrazně podemleté olše je patrný viditelný pokles růstu od roku 1999 (s výjimkou 2005). Nátrž (E47) se zřejmě rozvinula po povodni 1997.

A9(2007) – olše lepkavá

Na vzorku je patrné minimum v rove 1996, pokles růstového trendu je patrný od roku 1999. Nátrž (E50) tedy pravděpodobně vznikla za povodně v roce 1995 a plně se rozvinula po povodni 1997.

Letokruhové křivky všech analyzovaných stromů jsou uvedeny na obr.11.

Obr.11: Letokruhové křivky stromů (horní část povodí).



4.3 Profily nivními sedimenty

V nivě dolního toku Jeleního potoka a v navazující části nivy Opavy bylo odkryto několik profilů nivních sedimentů. Profily JP1, JP2, JP3 a JP6 se nachází těsně před vyústěním nivy Jeleního potoka do údolí Opavy. Na profilu JP 1 je zaznamenáno souvrství prachových nivních hlín (0-51cm) proložené zřetelnou vrstvou na organickou hmotu bohatých jemnozrnných sedimentů (tab. 13). Tu interpretujeme jako výplň mělké prohlubně vyplněné hnilokaly (např. bezodtoká deprese), která byla posléze překryta sedimenty povodňových hlín. Spodní část profilu (51-80 cm) představuje korytovou facii vyznačující se horizontálně uloženými hrubými valouny a šterkovou matrix.

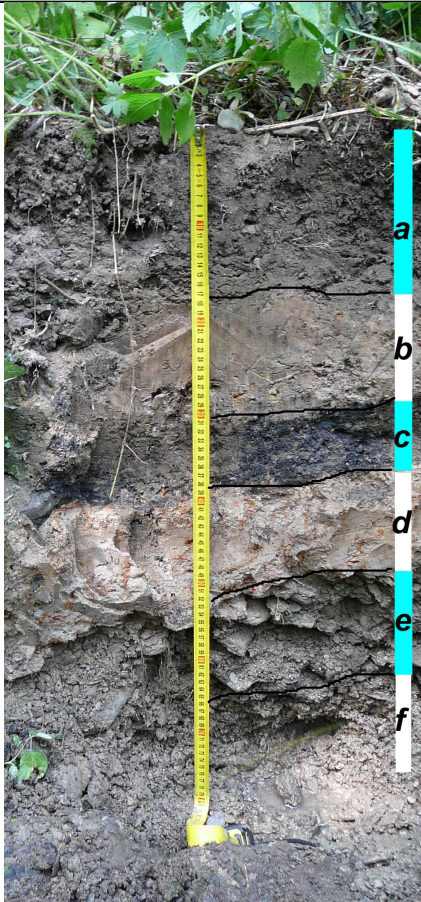
Na profilu JP2 (tab. 14) jsou zaznamenané hlinité nivní sedimenty, které postupně přecházejí v písky až šterky na dně profilu. Profil interpretujeme jako v nivě (mimo koryto) ukládané sedimenty na což ukazuje jejich zrnitostní charakteristika, které nasedají na korytovou facií na bázi profilu.

Profil JP3 (tab. 15) znovu odkrývá převážně sedimenty usazované mimo koryto, tj. při povodňových událostech. V hloubce 71-81 cm byla zaznamenána výrazná pozitivní gradace sedimentu, což by ukazovalo na zanášení opouštěného koryta, které je reprezentováno korytovou facií (81-90 cm). V případě tohoto profilu lze rovněž získat obraz o absolutní rychlosti agradace nivy díky datováním uhlíků z hloubky 59 cm (820 ± 30 BP, Poz-22186) a 45 cm (795 ± 35 BP, Poz-22997).. Uhlíky leží na bázi povodňových hlín, které jsou v této části nivy zřetelně oddělené od pod nimi ležících šterků.


Profil JP 4 je umístěn výše po toku Jeleního potoka (tab. 16). Je v něm zachycena význačná poloha valounů s doškovitým uložením mezi dvěma vrstvami prachových sedimentů. Tato poloha zřejmě reprezentuje sedimenty ukládané mimo koryto, avšak v jeho těsné blízkosti. Zjištěné struktury jsou typické např. pro agradační valy. Prachové sedimenty zase napovídají na klidnou sedimentaci v nivě za nízkých rychlostí proudění. Báze profilu (92-110cm) je tvořena korytovými sedimenty.

Profil JP 5 (tab. 17) zachycuje fluviální sedimenty s dominující prachovou frakcí a velkou příměsí valounů. Ve svrchní části profilu (0-70 cm) prakticky absentuje písčité frakce. Vzhledem k velikosti valounů musely být sedimenty ukládány buď v bezprostřední blízkosti koryta nebo v periodicky protékaném korytě.

Tab. 12: Charakteristika profilu JP1

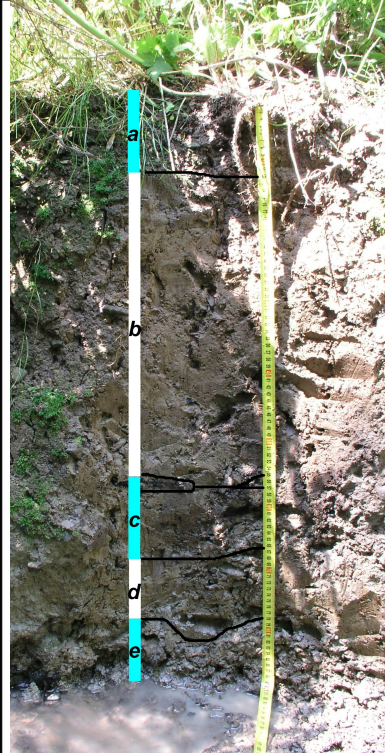
	Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytřídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka	
	0 - 17	2,5 3/2	Y	prach (+štěrk)	2	4	0	
	17 - 30	2,5 5/3	Y	prach (+jíl)	2	3	0	
	30 - 39	Gley2 2,5/5PB		jíl. prach	3	3	0	Velké množství organické hmoty
	39 - 51	2,5 5/3	Y	prach+jíl	1		0	Fe konkrerce
	51 - 65	2,5 4/3	Y	hr. písek+štěrk		5	0	
	65 - 80	2,5 4/3	Y	štěrk(4-10mm)+jíl		4	0	

Tab. 13: Charakteristika profilu JP 2

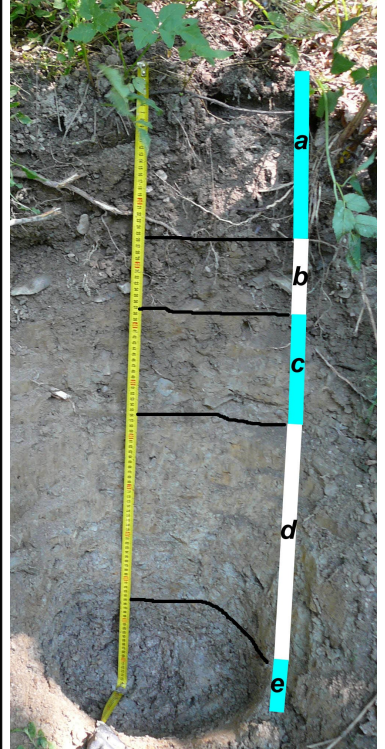


Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytřídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka
0 - 15	2,5 3/2	Y prach	1		0	
15 - 45	10 R 4/3	Y prach+ jíl	2	3	0	štěrk 5-20 mm
45 - 85	2,5 4/3	Y jemný štěrk	4	3	0	
85 - 91	5Y 5/2	prach+ písek	3	3	0	20% štěrk
91 - 96	10 R 5/6	Y jíl+ štěrk	3	2	0	


Tab. 14: Charakteristika profilu JP 3

	Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytrídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka
	0 - 11	5 Y 4/3	prach(+v al.>1cm)	3	3		Postupný přechod
	11 - 58	2,5 4/3 Y	prach(+jíl)	2	4		Postupný přechod, uhlíky
	58 - 71	2,5 5/2 Y	prach+jíl(50+50)	4	5	+	Postupný přechod, uhlíky, 59cm ~ 820±30BP
	71 - 81	2,5 5/2 Y	prach+jíl	3	4		Příměs hrubý písek, štěrk
	81 - 90	2,5 5/2 Y	hrubý štěrk(50 %)		4		Příměs jílu a prach


Tab. 15: Charakteristika profilu JP 4

	Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytrídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka
	0 - 23	2,5 3/3 Y	prach	2	4	0	
	23 - 36	10 YR 3/4	valouny 4-15cm - 40%	4	4	0	Doškovité uspořádání, ostrý přechod
	36 - 44	10 YR 3/4	prach	3	4	0	
	44 - 92	2,5 5/3 Y	prach+jíl	4	4	+	Příměs štěrku 5-10cm
	92 - 110	5 4/3 Y	hrubý štěrk 80%	3	3	0	Výplň prach a jíl

Tab. 16: Charakteristika profilu JP5

	Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytřídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka
	0 - 28	10 YR 4/4	prach+ valouny	4	5	0	náhlý přechod, valouny 2-10cm, horizontální uložení
	28 - 70	2,5 Y 4/3	prach+ valouny	3	5	0	postupný přechod, valouny 5-20cm, horizontální uložení
	70 - 100	10 YR 4/6	hrubý štěrk+ valouny	3	4	0	valouny do 20cm

Tab. 17: Charakteristika profilu JP 6


	Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytřídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka
	0 - 11	10 YR 3/2	jíl+ prach	1	4	0	
	11 - 33	10 YR 5/8 (5/1)	jíl+ prach			0	glej, železité konkrce
	33 - 85	2,5 Y 4/2	jíl+ štěrk	2	4	0	hor.(90%) a doškovité (10%) uspoř.

Profil JP 6 je opět situován v blízkosti vyústění nivy Jeleního potoka do nivy Opavy (tab. 18). Oproti ostatním profilům byl vykopán ve větší vzdálenosti od současného koryta Jeleního potoka (cca 40 m). Zachycuje hlinité až jílovité sedimenty (0-33 cm), které se ukládaly v podmínkách pomalého proudění za povodní v nivě. Tyto usazeniny nasedají na štěrky korytové facie (33-85 cm).

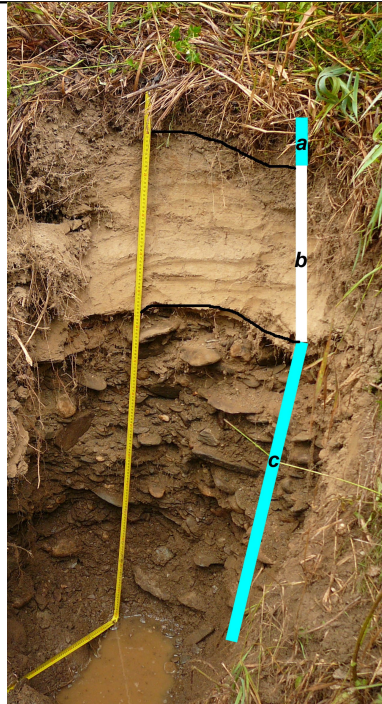
Pro porovnání charakteru sedimentace byly odkryty také dva profily v přilehlé části nivy Opavy (obr. 4). Na profilu OP1 (tab. 19) je zachycena 90 cm mocná vrstva hlinito-jílovitých povodňových hlín, která přechází do jemného až hrubého štěrku. Profil interpretujeme jako zpočátku (na bázi profilu) korytové sedimenty, které přechází do sedimentů ukládaných v nivě mimo koryto vodního toku. Tyto sedimenty musely být ukládány vzhledem k zrnitostní ve větší vzdálenosti od koryta v prostředí snížených rychlostí proudění. Profil je situován na okraji plošně rozsáhlého výmolu/povodňového koryta vzniklého při povodni v r. 1997.

Profil OP 2 je situován ve stěně výmolu vzniklého za povodně 1997 (tab. 15). Nachází se ve vzdálenosti 20 m od břehové hrany současného koryta Opavy. Profil reprezentuje jednak sedimenty ukládané v těsné blízkosti koryta, za zvýšených rychlostí proudění (10-57 cm) a jednak korytové sedimenty (57-160 cm). Středně písčité sedimenty ve svrchní části profilu se vyznačují čeřinovým zvrstvením s polohami jemnějších písků, což indikuje ukládání za vyšších rychlostí proudění, tj. buď v korytě nebo v jeho těsné blízkosti při povodních. Vzhledem k poloze profilu (na „výsepní“ straně povodňového výmolu) jde spíše o sedimenty ukládané v těsné blízkosti koryta ve formě morfologicky nevýrazného agradačního valu.

Tab. 18: Charakteristika profilu OP1

	Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytřídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka
	0 - 90	Glej 1 6/10Y 10 YR 4/6	prach+ písek	4		0	žel.konkrece (62-80cm), náhlý př.
	90 - 134	Glej 2 4/10 B 2,5 YR 3/4 5 YR 6/8	prach+ pís.+ valouny	1	4,1	0	horiz.uložení, postupný př. valouny (prům. delší osa 53 mm)
	134 - 170	Glej 2 4/10 B 10 YR 5/6	hrubý štěrk	2	4,7	0	hor. uložení, bez žel. konkrací valouny (prům. delší osa 76 mm)

Tab. 19: Charakteristika profilu OP2

	Hloubka (cm)	Barva	Zrnitost	Vytřídění	Zaoblení	Gradace	Poznámka
	0 - 10					0	
	10 - 57	2,5 Y 4/3	písek (jemný)	4		0	žel. konkrce (do 20 cm) stř. zrnitý písek - vrstva 32-35 cm, čefinové zvrstvení
	57 - 160	2,5 Y 3/3	hrubý písek+ štěrk	1	4,6	0	valouny (prům. delší osa 104 mm) podíl val>10cm 20-25% horizontální usp.

4.4 Míra upravenosti koryta a příbřežní zóny

Celková délka mapovaných toků dosáhla 7 143 m (z toho hlavní tok Jeleního potoka 6469 m, přítoky 674 m). Přesné rozložení mapovaných úseků Obr. 13.

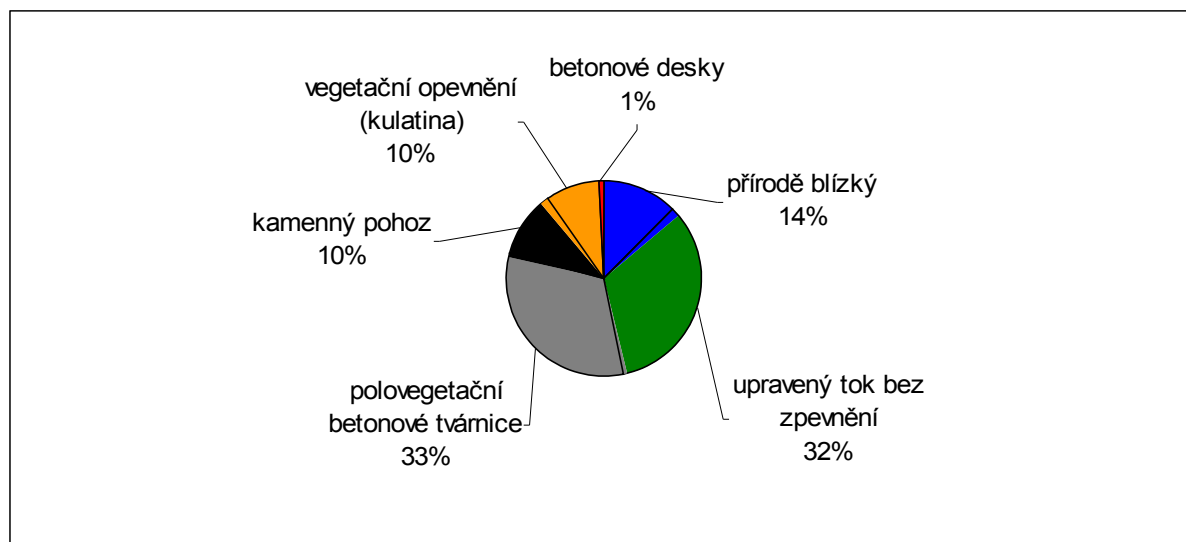
Antropogenně málo změněné úseky tvoří pouze necelých 14 % toku. V tabulce 21 a obr. 13 je uveden charakter upravenosti břehů .

..

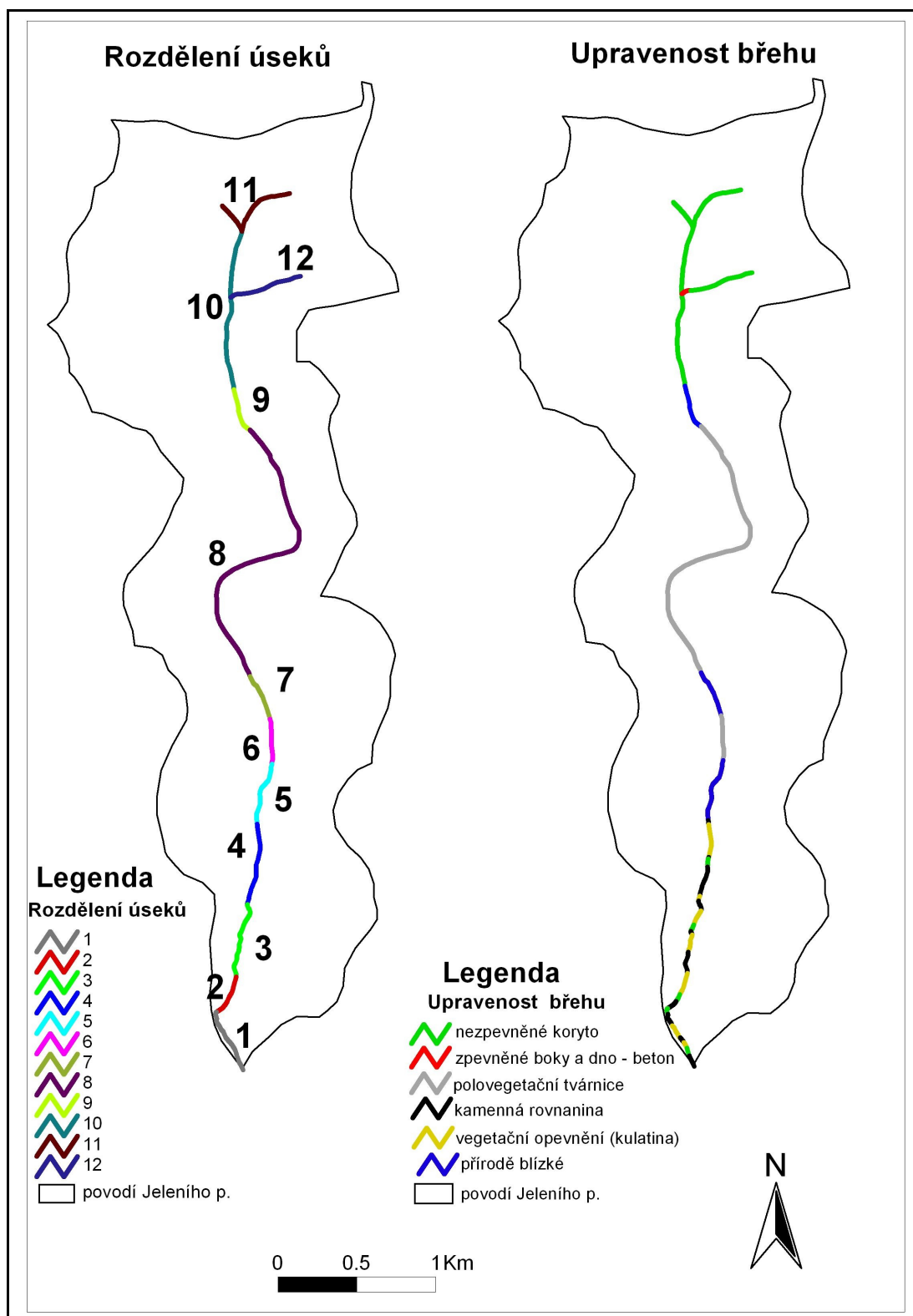
Tab. 20: Délka úseků dle upravenosti břehu

Kategorie	délka (m)
přírodě blízký	994
upravený tok bez zpevnění	2298
polovegetační betonové tvárnice	2325
kamenný pohoz	728
vegetační opevnění (kulatina)	737
betonové desky	62
celkem	6936

Obr.12 : Graf upravenosti břehů Jeleního potoka (%)



Obr.13 : Mapa rozdělení úseků a upravenosti břehu.



Úsek č. 1 - ř. km 0 - 0,419 (délka 419 m)

Jedná se o úsek při soutoku Jeleního potoka s Opavou až k cestě (mostku) protínající nivu. Jelení potok protéká okrajem široké nivy Opavy. Šířka koryta je vysoce variabilní, závisí na stupni degradace opevnění břehů (1,5 – 2,5 m), zahloubení koryta se pohybuje okolo 0,5 m.

Tok Jeleního potoka jeví známky umělého napřímění, úpravy dna nejsou patrné. Na toku je několik nízkých stupňů (do 0,5 m), břehy jsou zpevněny kamenným pohozením (46% délky) a torzem dřevěné kulatiny (32%). Břehová vegetace je tvořena olší (popř. vrbou), popř. galeriovou vegetací. Území nivy je pokryto lesem, popř. nesečenou loukou.

V tomto úseku byla zjištěna jedna výraznější břehová nátrž (E1) a korytová akumulace (A1).

Úsek č.2 – ř.km 0,419 – 0,681 (délka 262 m)

Uměle napříměný tok Jeleního potoka protéká 70 m širokou nivou (nízká variabilita šířky). Šířka koryta je opět velmi závislá na míře zničení opevnění, kolísá mezi 2 – 5 m (tedy vysoce variabilní), zahloubení okolo 1 m.

Úpravy dna nejsou patrné. V úseku je několik nižších stupňů (do 0,5 m) a 1 vyšší (0,8m). 26 % toku je zpevněno kamenným pohozením, zbývající část byla upravena vegetačním opevněním (dřevěnou kulatinou) popř. nezpevněna. Břehovou vegetace tvoří les (zčásti umělá výsadba jasanů) a galeriová vegetace (olše šedá). Většinu území nivy tvoří les (výsadby jasanu ztepilého), vyskytuje se i orná půda.

Na úseku byla zaznamenána řada projevů povodňové aktivity, zmapováno bylo několik břehových nátrží (v blízkosti stupňů v korytě), korytové akumulace (A2 a A3) i dvojstupňové koryto (E4). V nivě jsou patrné zbytky původního koryta.

Úsek č.3 – ř. km 0,681 – 1,175 (délka 494 m)

Trasu toku tvoří zákruty se známkami výrazných antropogenních zásahů. Šířka nivy kolísá mezi 60 – 70m, šíře koryta mezi 2 – 5 m, zahloubení se pohybuje okolo 1 m.

Na toku je kromě řady nízkých stupňů z kulatiny i několik vyšších (až 1 m). Téměř polovina délky břehů (47 %) je opevněna kamenným pohozením (lomový kámen). Břehové prostory (stejně jako celá niva) je tvořena lesním porostem (zčásti tvořen smrkovou monokulturou) a hospodářsky nevyužívanou loukou.

Na tomto úseku jsou opět patrné četné následky povodní. Opevnění břehů je destruováno, nachází se zde celá řada erozních tvarů (přeložené koryto E10, břehové nátrže),

kteře jsou situovány předeveřím do míst změny směru proudění. V nivě jsou patrné zbytky původního koryta před jeho úpravou.

Úsek č.4 – ř. km 1,175 – 1,698 (délka 523 m)

Tok Jeleního potoka je v tomto úseku uměle napříměn. Variabilita šířky nivy je v tomto úseku střední (absolutní šířka kolísá mezi 40 – 60 m), šíře koryta kolísá mezi 2 – 3 m (v místech výrazných břehových nátrží až 5 m), zahloubení okolo 1m.

Míra upravenosti podélného profilu je na tomto úseku nejvyšší v celém povodí - 3 vysoké stupně z kulatiny (výška okolo 0,8 m) a větší množství nižších (výška do 0,5 m). Opevnění břehů je tvořeno kamenným pohozem (předeveřím v okolí příčných stupňů) (47 % délky), zbytek tvoří torzo vegetačního opevnění (kulatina) a nezpevněné břehy (do 10 %). Niva je z větší části pokryta lesem (přirodě blízká druhová skladba), z menší pak ornou půdou. Břehový porost je tvořen předeveřím typickými lužními dřevinami (olše lepkavá, olše šedá).

Na tomto úseku se projevil vliv povodní podstatně méně než na předešlém. Vyskytují se zde břehové nátrže pod stupni, popř. korytové akumulace .

Úsek č.5 – ř.km 1,698 – 2,105 (délka 407 m)

V tomto úseku je tok Jeleního potoka přirozeně meandrující. Šíře nivy kolísá mezi 50 – 60 m, šíře koryta je obvykle 1,5 m (místy až 4 m), zahloubení 0,5 až 0,8 m.

V tomto úseku nebyla nalezena úprava dna ani břehů. Pravý břeh kopíruje hranu svahu a je porostlý smíšeným lesem, levý břeh je hospodářsky využíván jako louka..

Jediným výrazným geomorfologickým tvarem je výrazná oboustranná břehová nátrž na styku s úsekem 6.

Úsek č.6 – ř.km 2,105 – 2,392 (délka 287 m)

Absolutně přímý úsek s opevněnými břehy betonovými polovegetačními tvárnicemi. Zahloubení koryta až 1,5 m, šířka koryta okolo 4 m neumožňuje rozliv do poměrně široké nivy (až 60 m) využívané jako louka. Břehový porost je tvořen mladými křovitými vrbami.

Rozsáhlé břehové nátrže jsou situovány do místa zúžení průtočného profilu (mostek přes potok) a k vyústění odtoku z vodní nádrže.

Úsek č.7 – ř.km 2,392 – 2,695 (délka 303 m)

Úsek se zákruty, bez zpevnění dna a břehů. Výstavbou vyvýšené vodní nádrže na levé straně nivy (mimo hlavní tok) a cesty k objektu samoty U jelena došlo k výraznému zúžení nivy až na 15 m (a tím i k omezení možnosti přirozeného rozlivu), dále proti proudu se niva rozšiřuje na 45 m. Koryto je široké do 2 m, zahloubení nepřesahuje 1 m.

Břehový porost tvoří vzrostlé olše lepkavé, širší část nivy je pokryta nekosenou loukou.

Geomorfologické projevy povodní nebyly pro svůj malý rozsah mapovány.

Úsek č. 8 – ř.km 2,695 – 4,733 (délka 2038 m)

Výrazně nejdelší úsek s tokem uměle napřímeným. Niva si zachovává šíři okolo 30 m, koryto je široké 3 m (v místech největších nátrží až 5 m), zahloubeno 1 m. V toku je umístěno několik stupňů z kulatiny (do 0,5 m), v úseku jsou i tři mostky – propustky. Břehy koryta jsou opevněny po celé délce úseku polovegetačními betonovými tvárnicemi, místy navíc doplněnými vegetačním opevněním (dřevěná kulatina). Břehový porost listnatého lesa s převahou olše je střídán s úseky s liniovou výsadbou křovinatých vrb a travním porostem.

S výjimkou lesních části je niva využívána jako pastvina (popř. sečená louka).

Převažujícím tvarem z hlediska geomorfologického mapování jsou nepravidelně rozmístěné břehové nátrže. Především v lesním porostu je patrné původní koryto před provedenou úpravou.

Úsek č. 9 – ř.km 4,733 – 5,017 (délka 284 m)

Úsek přirozeně meandrující prostorem zaneseného rybníka a přilehlou podmáčenou loukou. Niva je široká až 60 m. Koryto je široké okolo 1 m s minimálním zahloubením.

Porost tvoří vlhkomilná společenstva s náletovými dřevinami (vrby).

Úsek č. 10 – ř.km 5,017 – 6,042 (délka 1025 m)

Jedná se opět o uměle napřímený úsek. Vzhledem k zahloubení koryta (díky navršení materiálu na březích) dosahujícímu 2 – 2,5 m a šířce koryta až 4 m (směrem proti proudu se zahloubení a šíře koryta snižuje) je vyloučena možnost rozlivů. Břeh není zpevněn a je značně nestabilní. V břehových porostech převažují olše šedé.

Úsek č. 11 – ř.km 6,042 – 6,469 + přítok 207 m (délka 634 m)

Koryta v pramenné oblasti Jeleního potoka a přítoků jsou uměle napříměná. Koryto je široké 2 m, zahloubení se pohybuje okolo 0,5 m. Niva není výrazně vyvinuta. Břeh ani dno není zpevněno. Břehovou vegetaci tvoří smrková monokultura. Ve vlastní pramenné oblasti převládají louky a pastviny.

Úsek č. 12 – ř.km 0 – 467 (délka 467 m)

Uměle napříměný tok přítoku. Břeh i dno je v úseku 60 m opevněno betonovými deskami. Pro zbytek úseku platí údaje uvedené pro úsek č.11.

4.5 Analýza změn krajinného pokryvu

Z již popsaných důvodů je situace zachycená I.vojenským mapováním zhodnocena pouze slovně.

I.vojenské (Josefské) mapování

Tok Jeleního potoka (v orig. *Kerben Grund*) nevykazuje známky přílišných úprav (zakreslení toku je však nutně stylizováno), oproti dnešnímu stavu je patrně podstatně větší množství drobných přítoků. Soutok s řekou Opavou není patrný, nachází se kdesi na rozhraní mapových listů, jejichž návaznost není přesná. Zřejmý je soutok s dnes již neexistujícím náhonem? či paralelním korytem kopírujícím okraj nivy Opavy v místech dejekčního kužele Jeleního potoka. Existuje možnost přímého soutoku v dnešních místech nebo pokračování toku okrajem nivy a soutok s Opavou v místech tehdy nazývaných *Erbersdorf*. Energie toku Opavy byla v této době hojně využívána, na území dnešních Nových Heřminov (na mapě mezi sídly *Kunau* a *Erbersdorf*) se nacházejí dva mlýny (s popisem) spolu s dalšími dvěma objekty bez popisu (není zřejmé zda se jedná o mlýn, pilu či hamr) s celou řadou náhonů a přivaděčů. Na samotném Jelením potoku se v místech dnešní samoty U Jelena nacházel rovněž mlýn (v orig. *Kerben M.*) se zřejmým náhonem (malý rybník?). V místech pod současným křížením Jeleního potoka se silnicí se nacházel další objekt, ovšem bez jakéhokoliv označení, jednalo se tedy pravděpodobně o osamocený statek, který později zanikl. Sít' cest velmi dobře koresponduje se současnou.

Na mapě je patrný rozdíl v zalesnění pravobřežní a levobřežní části povodí. Zatímco pravobřežní část území bylo téměř souvisle zalesněno (dle hustoty značek se jednalo o zapojený porost), les na horní levobřežní části tvoří spíše jednotlivé nesouvislé ostrůvky

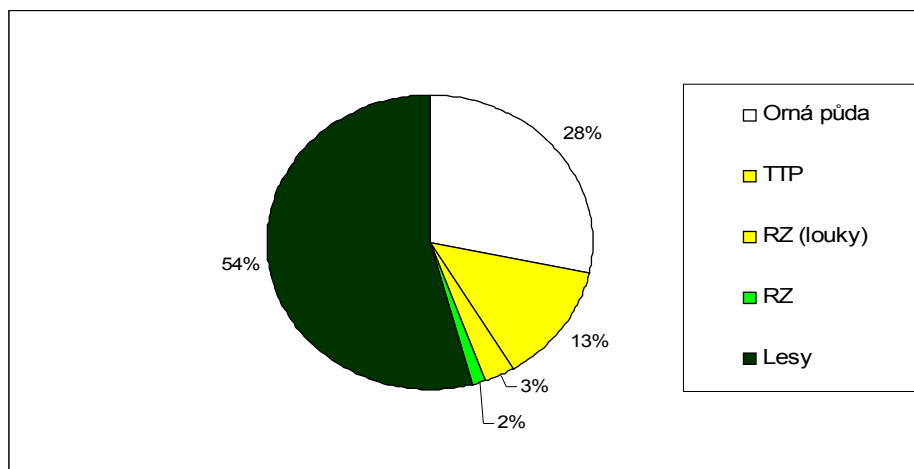
(pastevní řídkolesy). Od úrovně samoty U Jelena se jednalo o souvislý lesní porost ovšem s výrazně nižším zápojem. Niva nebyla zalesněna, bohužel charakter využití nezalesněných ploch nemohl být zjištěn.

II.vojenské mapování (Františkovo)

Mapový podklad vypovídá o situaci kolem roku 1840. Niva toku je až na malé výjimky tvořena TTP (trvalé travní porosty = louky a pastviny) na rozdíl od přilehlé nivy Opavy, kde převládá orná půda. Dolní část povodí je téměř kompletně zalesněna (zhruba po *Karben Mühle* – mlýn na místě současné samoty u Jelena).

Přes relativní přesnost tohoto mapového podkladu je nutno brát výsledná hodnoty pouze jako orientační, mapový obsah neumožnil popis ve shodných kategoriích jako u leteckých snímků. Srovnáme-li podíl jednotlivých kategorií s rokem 1937, tak rozloha orné půdy je téměř shodná (rozdíl méně než 1 %). Podobný výsledek zaznamenáme i při porovnání TTP (započítáme-li mezi louky i kategorie RZ+louky) a lesních ploch (při spojení kategorie les a paseka po těžbě).

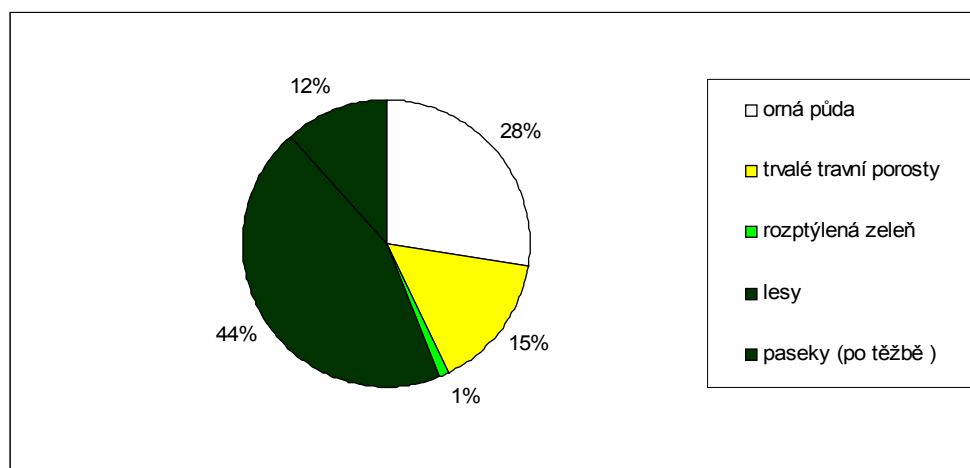
Obr. 14: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 1840 (%)



Rok 1937

Na leteckých snímcích je patrná pestrá mozaika políček (především v pramenné oblasti a středním toku) odpovídající podmínkám zemědělské malovýroby předválečného období. Zalesněnost povodí přesahuje 44 %. Překvapující je podíl mýtin po těžbě dřeva - přes 11 % plochy povodí bylo vykáceno. Niva Opavy byla intenzivně obdělávána.

Obr. 15: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 1937 (%)

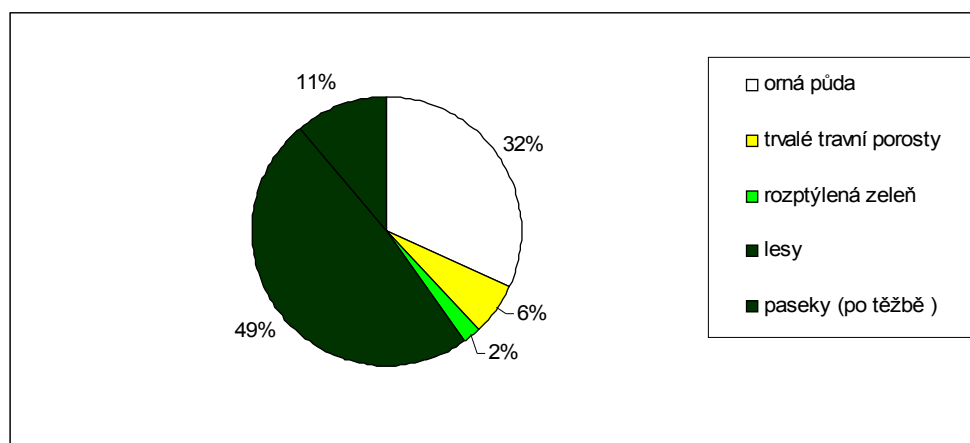


Rok 1971

Kolektivizace zemědělství a přesun k zemědělské velkovýroby se projevila i v tomto povodí. Struktura ploch již není rozdrobená, převažující orná půda zasahuje i do bezprostřední blízkosti koryta toku.

Dle očekávání je rozloha orné půdy na svém maximu (31,57 % plochy). Vzhledem k poklesu rozlohy travních porostů je zřejmé, že došlo k rozorání řady luk a pastvin. Tento stav koresponduje s meliorační vlnou v průběhu 60.let. Plocha lesů zaznamenalo mírný nárůst, holiny po těžbě dřeva si zachovaly zhruba stejnou plochu, což vypovídá o pokračující intenzivní těžbě. Niva Opavy při ústí Jeleního potoka je nadále zorněna.

Obr. 16: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 1971 (%)

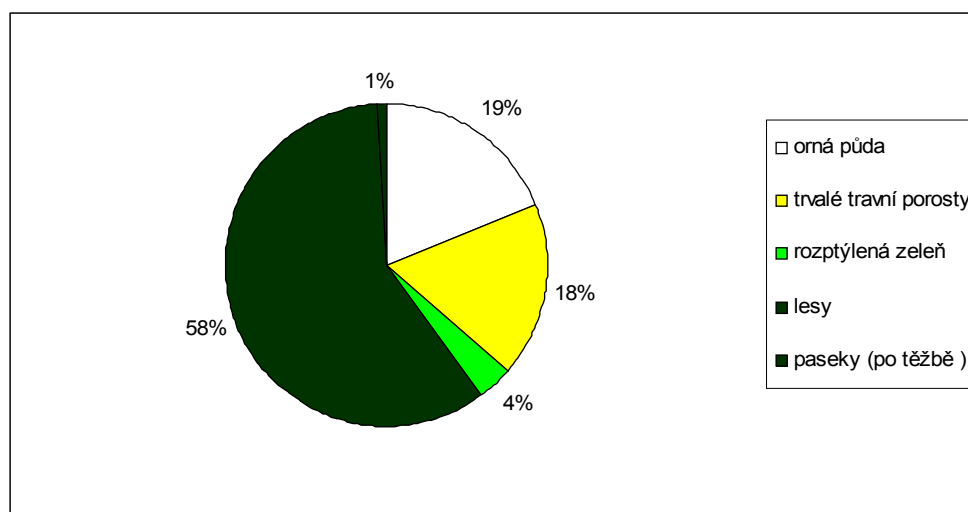


Rok 2002

Změny v zemědělství po roce 1989 se významně projeví i ve způsobu využití ploch v povodí Jeleního potoka. Výsledkem je výrazný pokles plochy orné půdy (o 13%), naopak podíl travních porostů stoupl o 11 %. Rozloha lesů dosahuje 59 %, což je maximum ve sledované historii (podíl nezapočítaných lesních holin se snížil pod 1 %).

Během povodně v roce 1997 došlo v přílehlé nivě Opavy k vytvoření postranního trvale protékaného koryta, které omezilo hospodářské využití. Převážná část tohoto území je v současné době pokryta porostem náletových dřevin a hospodářsky nevyužívaných luk.

Obr. 17: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 2002 (%)

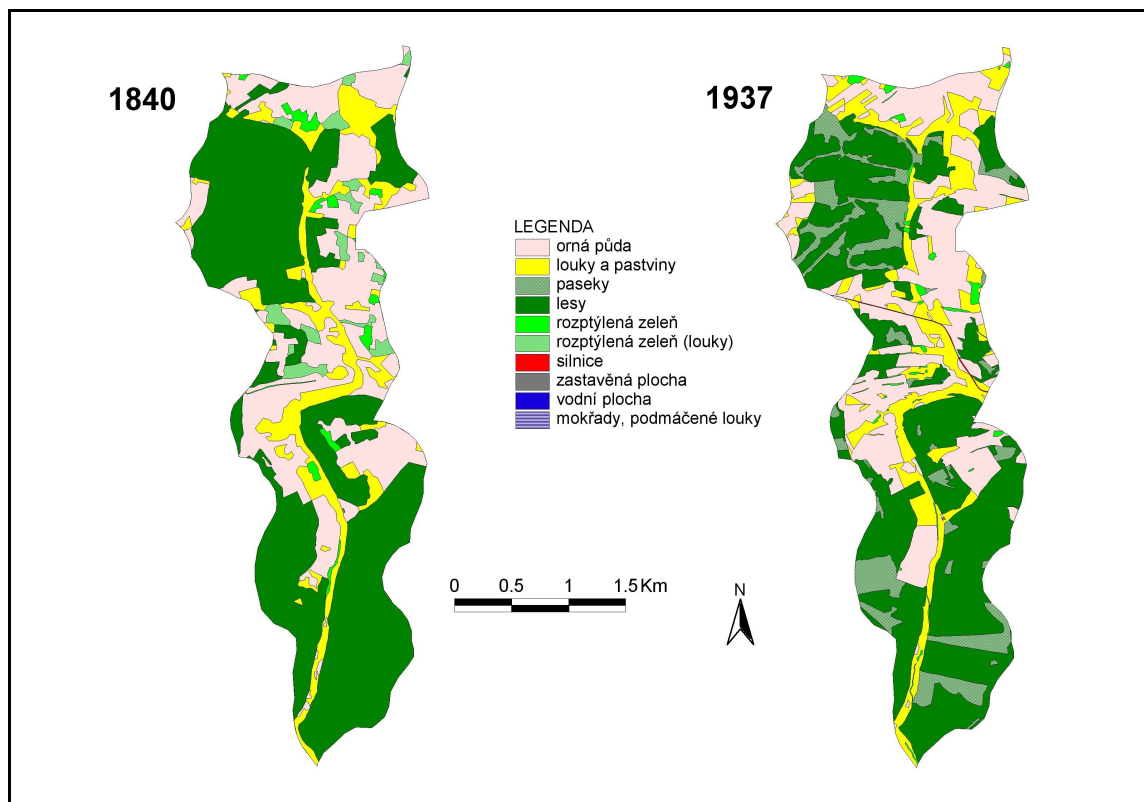


Výsledkem analýzy změn krajinného pokryvu je soubor 4 map. V tabulce jsou kvantifikovány absolutní hodnoty rozlohy jednotlivých kategorií mezi lety 1840- 2002.

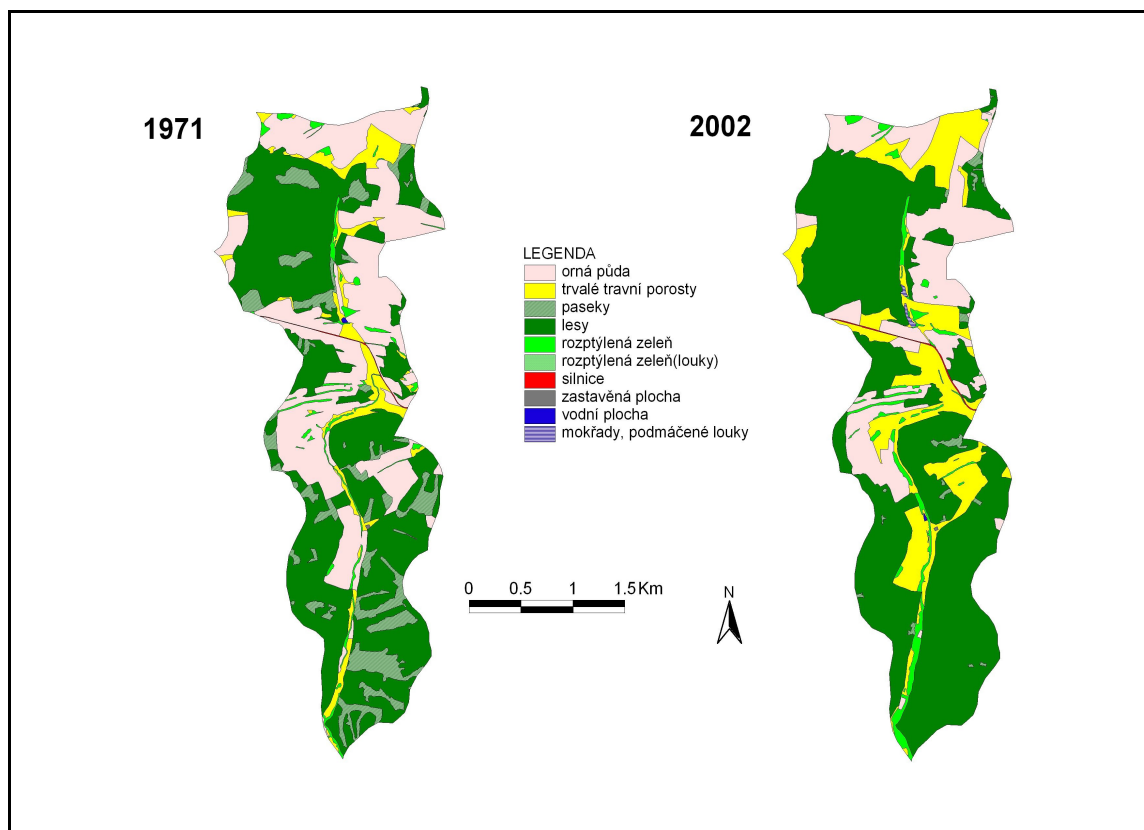
Tab. 21: Rozloha vybraných kategorií krajinného pokryvu (ha)

Kategorie	1845	1937	1971	2002
Orná půda	217,92	211,31	242,49	143,97
TTP	99,13	115,98	47,79	134,92
RZ (louky)	23,04	0	0,00	0
RZ	12,1	9,23	17,36	25,52
Lesy	413,94	338,43	372,95	451,67
Paseky (po těžbě)	0	90,25	84,23	7,07
VP + mokřady	0	0	0,21	1,23
Ostatní (zástavba, silnice)	0	0,93	1,13	1,63
Celkem povodí Jeleního potoka	766	766	766	766

Obr.18 : Krajinný pokryv v letech 1840 a 1937



Obr.19 : Krajinný pokryv v letech 1971 a 2002.



5. Diskuse

Detailní průzkum a mapování rozsahu fluvialních tvarů reliéfu odhalil výraznou dominanci erozních tvarů nad akumulacími. To je bezesporu způsobeno časovým odstupem mapování od předpokládaného posledního hlavního modelačního činitele (povodeň 1997 z důvodu rychlého začlenění materiálu akumulace (zvláště u jemnozrnných akumulací) do nivy, kde přestávají být patrné (sensu Křížek, Engel, 2007). Svou roli hraje rozhodně i tvar koryta Jeleního potoka. Téměř po celé délce je značně kapacitní ($Q_{20} - Q_{100}$) (Mareš, 2008), což výrazně snižuje možnost vybřežení a uložení sedimentů v nivě. Zjištěné korytové akumulace vznikly v návaznosti na erozní narušení břehu, čímž došlo k rozšíření průtočného profilu a ztrátě unášecí schopnosti Jeleního potoka. Zároveň pravděpodobně část materiálu z erodovaných břehů tvoří tyto akumulace. Výraznější akumulace v nivě (A4, A5) jsou pravděpodobně pozůstatky antropogenní úpravy z roku 1994, což podporuje i analýza vzorku A2 (2007) dendrochronologickou metodou. Akumulace A5, A6 jsou situovány před stupně v korytě, kde došlo k zanesení tůň hlinitopísčitymi sedimenty. Téměř identická je situace na horním toku, kde v důsledku odnosu velkého množství materiálu došlo k zanesení průtočného rybníka. Analýzou kmene vrby rostoucí na naplaveném materiálu jsem zjistil, že ke kolonizaci vzniklého povrchu došlo v roce 1997, zřejmě v důsledku povodňových situací v předchozích letech (1995, 1996).

Převažujícím erozním tvarem v povodí Jeleního potoka jsou břehové nátrže. Vyskytují se po celém toku, ale s výrazně rozdílnou intenzitou. Můžeme vyčlenit tři hlavní oblasti výskytu lišící se rovněž provedenou úpravou břehu.

V pramenné oblasti (od ř.km 5,017) došlo k napřímení a výraznému zahloubení koryta doprovázené vytvořením výrazného podélného valu dosahujícímu výšky až 1,5 m nad původní úroveň nivy. Datování provedených úprav není jednoznačné, jedná se zřejmě o součást melioračních opatření na přilehlé zemědělské půdě v 60. letech 20. st. Projektová dokumentace se dle tvrzení ZVHS (Zemědělské vodohospodářské správy – nástupce tehdejší Státní meliorační správy) nezachovala (ústní sdělení pracovnice ZVHS Krnov). Porovnáním leteckých snímků z let 1937 a 1971 je zřejmé, že v mezidobí vznikl i průtočný rybník (ř.km 4,733). Strmé nestabilní svahy podléhají erozi, boční i hloubkové. Míru zahloubení koryta můžeme dokumentovat na výškovém rozdílu dna přítoku upraveného betovými panely a dna hlavního toku, jež dosahuje 0,8 m. Výrazná hloubková a boční eroze vede ke zvýšené nestabilitě břehů, častá je kombinace nátrží se sesuvy břehů, čemuž nedokáže zabránit ani břehový porost mladých olší. Na kmenech některých stromů na strmém břehu je patrné

ohnutí, jež je výsledkem pomalých svahových pohybů, tvorba reakčního dřeva nebyla na odebraných vzorcích však detekována. Nejvýraznějším erozním tvarem je soustava nátrží E 53 tvořící téměř souvislý pás o délce 100 m. Nachází se v místě největšího zahloubení, svahy jsou navíc bez vegetačního pokryvu což umocňuje erozní procesy. Datování vzniku tvarů pomocí analýzy dendrochronologických vzorků dokazuje, že část tvarů vznikla již za povodně roku 1995 (vzorek A9 (2007) - tvar E50), další až za povodně 2007 (vzorek A8(2007) – tvar E47). Výrazný odnos materiálu měl za následek zanesení průtočného rybníka, k němuž došlo již před povodní 1997. Důkazem je vrba rostoucí na jeho dně od roku 1997. Na letokruhovém standardu stromů rostoucích v nivě je patrný trend poklesu přírůstků nastartovaný v roce 1999. Výrazným zahloubením koryta v roce 1997 zřejmě došlo k poklesu hladiny podzemní vody umocněné suchými roky na počátku 21.století, na které olše v nivě citlivě zareagovaly růstovou depresí.

Úprava břehů střední části povodí byla provedena v roce 1983 polovegetačními betonovými tvárnicemi. Výskyt břehových nátrží je omezen pouze na několik míst, kde došlo k deformaci opevnění a narušení přímého směru proudění. Zbytky betonových tvárnic tvoří v současné době překážky a dochází k rozčlenění podélného profilu koryta. Velikost nátrží se pohybuje mezi 10 – 15 m , šířka 2 – 3 m, mocnost přesahuje 1m. Výrazné nátrže ovšem vznikly v místě napojení upraveného koryta na neupravené (nátrže E36 a E37) a především v místě vyústění odtoku z vodní nádrže, kde navíc díky mostku dochází k značnému zúžení průtočného profilu. Na vývrtnu B15(2008) z olše rostoucí na břehu nátrže E42 je patrný výrazný pokles přírůstu v roce 1995, pravděpodobný vznik nátrže můžeme klást do tohoto roku. Nejstarším datovaným stromem v povodí byla olše lepkavá stará 98 let (vzorek B18 (2008)). Roste na břehu původního koryta opuštěného v roce 1983. Strom citlivě zareagoval na změnu podmínek a šíře letokruhových přírůstků výrazně poklesly v letech 1985 a 1986. Další výrazný pokles je zaznamenán v letech 1997 a 1998, tedy v letech výskytu výrazných povodňových stavů.

Nejvýrazněji je boční erozí postižena dolní část povodí. Kromě břehových nátrží se vyskytují i složená (dvojstupňová) koryta (tvary E4 a E20). Koryto vodního toku bylo nepřirozeně narovnáno, s výjimkou několika zákrutů. Právě v jednom z takových míst došlo k vytvoření povodňového koryta (E10). Umístění tvarů často koresponduje s provedenou antropogenní úpravou – velké břehové nátrže se vyskytují za stupni v korytě a v místech výrazných změn směru koryta. K podobnému rozložení dospěli při terénním výzkumu na Volyňce i Křížek, Engel (2007). Výskyt dlouhých, ale nepříliš širokých břehových nátrží (E30, E31) souvisí i s typem opevnění břehů zápleťovým nebo laťovým plůtkem. Svislé stěny

tvoří nepřírozený příčný profil a při nízké životnosti (v případě Jeleního potoka byla nutná oprava již po necelém roce) tohoto typu opevnění, se projevuje brzy nestabilita svahů a za polorozpadlými zbytky se vytvářejí břehové nátrže (Just, 2003). V případě dvojstupňového koryta (E4) se díky určení stáří olše (počátek růstu v roce 1998) dá předpokládat vznik tohoto tvaru při povodni 1997. Stejně tak analýza vzorku A2(2007) datovaného do roku 1994 pravděpodobně potvrdila domněnku, že se jedná o akumulaci antropogenního původu spojenou s úpravami koryta v tomto roce.

Na toku byly vymezeny i kritické úseky z pohledu protipovodňové ochrany (Langhammer, 2008). Kombinované úpravy urychlující odtok (úseky, kde dochází k souběhu opevnění břehu i dna s úpravou trasy a současně se zkapacitněným korytem) tvoří kromě úseků 5,7,9 celý tok Jeleního potoka (obr. 13). Langhammer (2008) však tento tok z daného pohledu za kritický nepovažuje. Při hodnocení úprav omezujících retenční potenciál údolní nivy se jako kritický (kromě úseků 5,7,9) jeví opět celý tok (shoda s Langhammer, 2008). Vzhledem ke skutečnosti, že v prostoru potenciálního rozlivu není zástavba, se jeví zabezpečení koryta neúměrně vysoké. Na toku Jeleního potoka je celkem 5 propustků (dimenzovaných na Q_{10}) a jeden most (silnice III. třídy mezi obcemi Čaková a Široká Niva). Především tento silniční most s příčným náspem komunikace a propustek při ústí údolní nivy Opavy (cesta vedoucí přes dejekční kužel Jeleního potoka) mohou způsobovat při zvýšených průtocích dlouhodobější zátopy území. Již při hodnocení rozmístění fluvialních tvarů jsem zmínil oblast napojení úseku 5 a 6, kde přímý opevněný úsek přímo ústí do přirozeně meandrujícího, což má za následek vznik výrazných nátrží (E36 a E37).

Na profilech nivními sedimenty je dobře patrný charakter akumulace menších vodních toků. Na bázi (hloubka 30 – 90 cm), tvořenou hrubými (štěrkovými) korytovými sedimenty, nasedají vrstvy jemnějších povodňových hlín. Poslední velká fáze aggradace niv je dávana do souvislosti se středověkým osídlováním podhorských a horských oblastí ve 12. – 14. století (Opravil, 1983, Ložek, 2003a). Nález organického materiálu (uhlíků) na bázi povodňových hlín (profil JP3, hloubka vrstvy 45 – 59 cm) nám pomocí radiokarbonové metody umožnil určit přibližný počátek tohoto procesu (stáří uhlíků 820 ± 30 BP – 59 cm a 795 ± 35 BP – 45 cm). Rozdíl mezi datací obou vzorků je malý, může se jednat o jednu extrémní povodňovou událost. Absolutní rychlost aggradace niv na tomto příkladě dosahuje přibližně 0,5 mm ročně (zhuba 60 cm sedimentu za 900 let).

Mocnost povodňových hlín v nivě Jeleního potoka kolísá mezi 30 – 60 cm, v přilehlé nivě Opavy je okolo 1 m. Opravil (1983) uvádí pro profil Děhylov na dolním toku Opavy mocnost povodňových hlín 2,3 – 2,5 m. Průzkum provedený v Ostravské pánvi v nivě Odry

prokázal resedimentaci stěrkopísků ležících pod bází povodňových hlín (1,2 – 1,6 m hluboko) v čase 760 ± 70 let což dokládá velkou dynamiku vývoje údolních niv v tomto období (Czudek, Hiller, 2001).

Při analýze profilů ležících ve větší vzdálenosti od současného koryta byly nalezeny pod bází povodňových hlín sedimenty typické pro koryta vodních toků, což dokládá migraci koryta v minulosti. Starkel (2002) uvádí jako významnou periodu zvýšené boční migrace období 2000 – 500 BP, čemuž by mohlo, dle datovaných vzorků, odpovídat stáří sedimentů ležících pod sekvencí povodňových hlín. Georadorové měření provedené v nivě Jeleního potoka odhalilo několik fosilních říčních koryt a potvrdilo složitou stavbu nivy (Tremel, 2008).

Ze srovnání rozlohy jednotlivých kategorií krajinného pokryvu v letech 1840 – 2002 vyplývá, že současná rozloha lesních porostů (58 %) a trvalých porostů (18%) je nejvyšší z uvedeného období, zatímco rozloha orné půdy je na svém minimu a stále klesá (2002 – 19 %). Celkový úbytek rozlohy orné půdy mezi roky 1840 – 2002 činí 9 %. (Bičík (2008) uvádí pro ČR úbytek 17- 18%) s maximem v roce 1971 (32 %). Rozloha luk a pastvin se pohybovala dlouhodobě okolo 15 %, v roce 2002 již 18 % a stále stoupá na úkor rozlohy orné půdy. Současný odhad (k roku 2008) je takový, že orná půda zaujímá okolo 5 % rozlohy, především v horní části povodí. Vývoj rozlohy lesních ploch má dlouhodobě v ČR stoupající tendenci (Bičík, 2008), v povodí Jeleního potoka jsou rozdíly mezi jednotlivými sledovanými roky relativně malé, minimum dosahuje v roce 1840 – 54 % (při započítání lesních holin) . Změnu v distribuci sedimentů spojenou s urychlením odtoku jako reakci na velký rozsah odlesnění svahů v 19. století na několika územích v Hrubém Jeseníku (údolí Bílé Opavy, Černé Opavy a lokalita Příčný vrch) popsal Klimek, Latocha (2007). Současná změny krajinného pokryvu (pokles rozlohy orné půdy, zvýšení ploch lesa travních porostů) může vést ke změně tendence aggradace niv (převažující ve svrchním holocénu) na zahlubování koryta toku (Bravard et al, 1997).

Použití dendrochronologických metod v nivě obecně naráží na problém zastoupení dřevin a jejich vhodnosti pro dendrochronologickou analýzu . V nivě Jeleního potoka výrazně převažuje olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), jež patří do skupiny roztroušeně pórovitých listnatých stromů společně s bukem, javorem, břízou aj. (Drápela, Zach, 2000). Stromy této kategorie vytvářejí obtížně detekovatelné letokruhy, důležitá je pečlivá příprava vzorku (seřiznutí, popř. vyplnění pórů pigmentem – křídou). Navíc reakce typických nivních dřevin na mechanické narušení kořenového systému je nevýrazná, což se zčásti potvrdilo i v mé práci. Výraznou reakci jsem zaznamenal pouze u části vzorků. Bezproblémové je

naopak určení stáří fluvialního tvaru pomocí stáří stromu. Olše lepkavá velmi špatně snáší změny polohy hladiny podzemní vody (např. při vodohospodářských stavbách - Just, 2008), což se projevilo především na stromech rostoucích v nivě horní části povodí, kde vlivem výrazné hloubkové eroze poklesla hladina podzemní vody a došlo k redukci šířky letokruhů.

6. Závěr

V nivě Jeleního potoka výrazně převažují erozní povodňové tvary nad akumulacími. Většina těchto tvarů vznikla za povodně v roce 1997, část má svůj původ v předešlých povodňových situacích (1995, 1996). Nejčastějším erozním tvarem jsou břehové nátrže. Frekvence jejich výskytu se mění s charakterem opevnění břehů, vyskytují se i na přímých úsecích, což dokládá nerovnovážený stav tohoto koryta. Pokud nedojde k vnějšímu zásahu můžeme očekávat postupnou změnu trasy koryta, což je již v nivě již patrné ve formě povodňového koryta. Podstatně menší počet zmapovaných akumulací tvarů je způsoben především dlouhou dobou, která uplynula od posledního výrazného modelačního činitele. Na základě zjištěných tvarů můžeme označit za nejvýraznější probíhající proces o laterální erozi, doplněnou antropogenní transformací.

Na profilech nivními sedimenty jsou patrné rozdíly mezi fází zvýšené dynamiky posunů říčního koryta v minulosti a fází akumulace jemnozrnných povodňových sedimentů, jejíž počátek klademe do období středověké kolonizace.

Datace vzorku z báze vrstvy povodňových hlín nám určuje počátek tohoto procesu na 820 ± 30 BP.

Dendrochronologická analýza umožnila datovat část povodňových tvarů, především určením minimálního stáří tvaru. Analýza potvrdila i nevýraznou reakci nivních dřevin na mechanické narušení kořenového systému a naopak výraznou změnu hladiny podzemní vody stanoviště.

Literatura

- BIČÍK I., KUPKOVÁ, L.(2002):Vývoj struktury ploch v povodí Otavy v letech 1845 – 1948 – 1990 – 2000. In: Langhammer, J. (ed.): Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní.PřF UK, Praha, s. 113 – 121.
- BIČÍK, I., LANGHAMMER, J.,ŠTYCH, P., KUPKOVÁ, L. (2008): Dlouhodobé změny využití území Česka jako faktor ovlivňující povodňové riziko. In : Změny v krajině a povodňové riziko. Závěrečná zpráva projektu VaV SM/2/57/05, s.19 - 41
- BRAVARD, J.P., AMOROS, C., PAUTOU, G., BORNETTE, G., BOURNAUD, M., DES CHATELLIERS, M., GIBERT, J., PEIRII, J.L., PERRIN, J., TACHET, H. (1997): River incision in sotheast france: Morphological phenomena and ecological effects. Regulated revers: Research and management, 13, s. 75 - 90
- BRIERLEY, G.J., FRYIRS, K.A. (2005): Geomorphology and River Management. Blackwell, Oxford, 397 s.
- BRŮNA, V., KŘOVÁKOVÁ, K. (2006):Využití starých map středního a velkého měřítka pro sledování vývoje lesů. In: Neuhöferová, P.(ed):.Historie a vývoj lesů v českých zemích.ČZU Praha. Praha, s.111 – 117.
- BRŮNA, V. a kol.(2002): Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování. Závěrečná zpráva o řešení projektu MŽP ČR Vav/640/2/01 Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny.Ústí nad Labem,44 s.
- COOK, E.R.,KRUSIC, H.(2006): Users manuual for program ArsStan. Tree ring laboratory, Lamont Roberty Observatory, s. 106
- ČERVINKA, P.(2003): Změny v korytě a údolní nivě Blanice mezi Prachaticemi a Vodňany při povodni v srpnu 2002. Geomorfologický sborník 2, Západočeská univerzita a Česká asociace geomorfologů, Plzeň, s. 67-73
- CZUDEK, T. (1988): Údolí Nízkého Jeseníku. Academia, Praha, s.97
- CZUDEK, J., HILLER, A. (2001): Vývoj údolní nivy řeky Odry v Ostravské pánvi. Geografie 106(2), 94-99.
- DANĚHELKA, J.(1999): Dendrogeomorfologický výzkum sesuvného území u obce Čerčeniště , okres Ústí nad Labem. Diplomová práce, PřF UK, Praha 94 s.
- DEMEK, J.(ed) a kol. (1987): Hory a nížiny. Academia, Praha, s. 584
- DEMEK, J. (1988): Obecná geomorfologie. Academia, Praha, 480 s

- DOTTERWEICH, M.(2008): The history of soil erosion and fluvial deposits in small catchment of central Europe: Deciphering the long-term interaction between human and the environment – a review. *Geomorphology* 101, s. 192-208
- DRÁPELA, K., ZACH, J. (2000): Dendrometrie (Dendrochronologie). Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, s.152
- HAVLÍČEK, P. (1991): The Morava river basin during the last 15 000 years. In: Starkel, L., Gregory, K.J., Thornes, J.B. (eds.) *Temperate palaeohydrology, fluvial processes in the temperate zone during the last 15 000 years*, Chichester, John Wiley & Sons, s. 320-334
- HESSLEROVÁ, P., MACHÁČKOVÁ, K. (2007): Analýza změn využití území dolního toku Blanice na základě leteckých snímků. In: Langhammer, J.(ed): *Změny v krajině a povodňové riziko*. PřF UK, Praha, s.221-226
- HRÁDEK, M. (2006): Příčiny a následky ničivých povodní během kolonizace vrchovin ve 13. a 14. stol. In: Smolová, I. (ed): *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*, 60-64. Olomouc, Univerzita Palackého.
- HRÁDEK, M. (2003): Návrh některých termínů z povodňové geomorfologie. *Geomorfologický sborník*, 2, s.81-86
- HRÁDEK, M., MALIK, I. (2007): Dendrochronological records of the floodplain morphology transformation of Desná river valley in the last 150 years, the Hrubý Jeseník Mts. (Czech Republic). *Moravian Geographical reports* 15(3), 2-10.
- HUBBARD, B., GLASSNER, N.F. (2003): *Field techniques in glaciology and glacial geomorphology*. Chichester, Wiley.
- HUPP, C.R. (1984): Dendrogeomorphic evidence of debris flow frequency and magnitude at Mount Shasta, California. *Environ. Geol. Watersci.*, vol.6, No.2, New York, s. 121 – 128
- CHLUPÁČ, I. a kol. (2002): *Geologická minulost České republiky*. Praha, 436 s.
- JUST, T., ŠÁMAL, V., DUŠEK, M., FISCHER, D., KARLÍK, P., PYKAL, J. (2003): *Revitalizace říčního prostředí*. AOPK ČR, Praha, 144 s.
- KLIMEK, K. (2002): Human-induced overbank sedimentation in the foreland of the Eastern Sudety mountains. *Earth Surface Processes and Landforms*, 27, s. 391-402.
- KLIMEK, K., LATOCHA, A. (2007): Response of small mid-mountain rivers to human impact with particular reference to the last 200 years, Eastern Sudetes, Central Europe. *Geomorphology* 92, s.147 - 165
- KŘÍŽEK, M. (2007): Údolní niva jako geomorfologický fenomén. In: Langhammer, J.(ed) *Povodně a změny v krajině*. PřF UK, Praha, s. 217–230

- KŘÍŽEK, M. (2008): Změna korytových akumulací po povodni v září 2007 na Střední Opavě. In: Langhammer, J. (ed): Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. PřF UK, Praha, s. 214 - 221
- KŘÍŽEK, M., ENGEL, Z. (2004): Geomorfologické projevy povodně 2002 v povodí Otavy. In: Langhammer, J. (ed) Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Závěrečná zpráva GAČR 205/03/Z046, PřF UK, Praha
- KŘÍŽEK, M., ENGEL, Z. (2007): Geomorfologické projevy povodní, příkladová studie povodně 2002 v povodí Opavy. In: Langhammer, J. (ed): Povodně a změny v krajině. PřF UK, Praha, s. 231-243
- KŘÍŽEK, M., ENGEL, Z. (2008): Vývoj povodňových akumulací na Volyňce od roku 2002. In: Langhammer, J. Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. PřF UK, Praha, s. 222-228
- KUKAL, Z. (1964): Geologie recentních sedimentů. Praha: Akademia, 441 s.
- KUKAL, Z. (1986): Základy sedimentologie. Academia, Praha, 446 s.
- LANGHAMMER, J. (2007): HEM – Hydroekologický monitoring. Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků, MŽP ČR, Praha
- LANGHAMMER, J. (2008): Mapování upravenosti toků, údolní nivy a následků povodní v povodí Opavy. In: Langhammer, J. (ed): Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. PřF UK, Praha, s. 224-243
- LESY ČR (1993): Projekt hrzení Jeleního potoka. Technická zpráva.
- LESY ČR (1996): Oprava hrzení Jeleního potoka. Technická zpráva.
- LOŽEK, V. (2003a): Naše nivy v proměnách času I. Ochrana přírody, 58 (4), s. 101-106.
- LOŽEK, V. (2003II): Naše nivy v proměnách času II. . Ochrana přírody, 58 (4), s. 131-136.
- MALIK, I. OWCAREK, P. (2005): Wykorzystanie odsłoniętych korzeni drzew do określenia przebiegu erozji zboczy dolin I dostawy zwietrzelin do koryt rzek górskich (Sudety wschodnie). Czasopismo Geograficzne 76(3), 101-116.
- MALIK, I., MATYJA, M. (2008): Bank erosion history of mountain stream determined by means of anatomical changes in exposed tree roots over the last 100 years (Bílá Opava River –Czech Republic). Geomorphology 98, s. 126 - 142
- MAREŠ, J. (2008): “Jelení potok v km 0,000-4,602“. Studie proveditelnosti. Interní zpráva Lesy ČR, 42 s.
- MIALL, A.D. (1996): The geology of fluvial deposits : sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Springer – Verlag, Berlin – Heidelberg, 582 s.
- NĚMEČEK, J. a kol. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd ČR. Academia, Praha, 76 s.

- NEUHÄUSLOVÁ, Z. a kol.(2001): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha
- OPRAVIL, E. (1983): Údolní niva v době hradištní. Studie Archeologického ústavu ČSAV v Brně 9. Praha, Academia.
- RŮŽIČKOVÁ, E., Zeman, A. (2000): Vliv reliéfu na složení fluvialních hlín. Zprávy geol. výzkum. v roce 1999, Praha.
- RŮŽIČKOVÁ, E., RŮŽIČKA, M., ZEMAN, A., Kadlec, J. (2003): Kvartérní klastické sedimenty České republiky. Česká geologická služba , Praha , 68 s.
- SAINT-LAURENT, D. (2004): Paleoflood hydrology: an emerging science. Progress in Physical Geography 28(4), 531-543.
- SCIEM (2004): PAST V4 – Personál analysis systém for treering reseearch – instruction manual. Sciem, Sien, s.84
- SCHWEINGRUBER, F.H.(1996):tree rings and environment dendroecology. Paul Haupt Publisher,Bern,610 s.
- STARKEL, L. (2000): Change in frequency of extreme events as the indicator of climatic change in the Holocene. Geolines 11, 32-35.
- STARKEL, L. (2002): Change in the frequency of extreme events as the indicator of climatic change in the Holocene (in fluvial systems). Quarternary International, 91, s. 25-32.
- STARKEL, L., SOJA, R., MICHYZYNSKA, D.J. (2006): Past hydrological events reflected in Holocene history of Polish rivers. Catena 66, 24-33.
- STOKES,M.A.,SMILEY T.L.(1968): An introduction to tree-ring dating. Univerzity of Chicago Press, s.73
- STRUNK, H.(1997): Dating of geomorphological processes usány dendrogeomorphological methods. Catena 31, s. 137 - 151
- ŠTEKL, J., BRÁZDIL, R., KAKOS, V., JEŽ, J., TOLASZ, R. (2001): Extrémní denní srážkové úhrny na území ČR v období 1879-2000 a jejich synoptické příčiny. Praha, Národní klimatický program.
- TOLASZ, R. (ed.) (2007): Atlas podnebí Česka.ČHMÚ, Praha, 255 s.
- TREML, V.(2007): Možnosti dendrochronologie při určení změn reliéfu vyvolaných povodněmi, případová studie Babí potok. In: Langhammer, J.(ed): Povodně a změny v krajině. PřF UK, Praha, s.187-198
- TREML, V., ENGEL, Z., ČERMÁK, P., KŘÍŽEK, M. (2008) : Dynamika údolní nivy na příkladu Cikánského potoka (povodí Blanice) a Jeleního potoka (povodí Opavy). In:

- Langhammer, J. (ed): Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. PřF UK, Praha, s. 229- 243
- TREML, V., ČERMÁK, P. (2008): Past and recent evolution of the Jelení potok floodplain (Opava basin – Czech republic). In press : Acta Universitatis Carolinae, Geographica
- VAJSKEBR, V.(2004): Historická změna délky říční sítě v povodí Otavy. Diplomová práce PřF UK, Praha, 103s.
- VILÍMEK, V. (2007): Vliv extrémních povodní na reliéf krajiny, In: Langhammer, J.(ed): Povodně a změny v krajině. PřF UK, Praha, s.199-207
- WEISSMANNOVÁ, H.a kol. (2004): Ostravsko. In Mackovčín P. a Sedláček M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek X.AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 456 s.
- ZVHS (1983): Odvodnění pozemků Čaková I. Technická správa.

Další použité podklady

ČHMÚ, pobočka Ostrava (2007): Hydrologické údaje pro Jelení potok (č.h.p. 2-02-01-0220)

ČHMÚ, pobočka Ostrava (2007): Teplotní a srážkové úhrny vybraných klimatologických a srážkoměrných stanic.

Geologická mapa ČR 1:50 000 : List 15 – 13 Vrbno p/Pradědem.

Geologická mapa ČR 1:50 000 : List 15 – 30 Bruntál.

Digitální ortofota povodí Jeleního potok. ČÚZAK

Scany leteckých snímků území z let 1937 a 1971. VGHMÚř

Scany map I. Vojenského mapování (Josefské mapování) 1 : 28 800 : List Slezsko 28 a Slezsko 29

Scany map II. Vojenského mapování (Františkovo mapování) 1 : 28 800 : List VI – 3 a VI - 4

Půdní mapa ČR 1 :50 000 : List 15 – 13 Vrbno p/Pradědem.AOPK ČR

Půdní mapa ČR 1 :50 000 : List 15 – 30 Bruntál, AOPK ČR.

Vektorové mapové podklady ze Základní báze geografických dat ZABAGED.ČÚZAK.

Seznam zařazených obrázků

Strana

Obr. 1: Mapa povodí Jeleního potoka .	11
Obr. 2: Geologická mapa povodí Jeleního potoka (upraveno podle: Geologická mapa ČR 1:50 000, listy 15 – 13 Vrbno p/Pradědem a 15 – 30 Bruntál).	13
Obr. 3: Mapa výškové členitosti (1) a sklonitostních poměrů (2).	14
Obr. 4: Podélný profil Jeleního potoka vytvořený na základě DMR o velikosti pixelu 20 m.	17
Obr. 5: Půdy v povodí Jeleního potoka (upraveno podle: Půdní mapa ČR, listy 15 – 13 Vrbno p/Pradědem a 15 – 30 Bruntál, AOPK ČR) .	21
Obr. 6: Fluviální tvary reliéfu – dolní část povodí .	31
Obr. 7 : Fluviální tvary reliéfu – střední a pramenná oblast povodí Jeleního potoka.	32
Obr.8: Porovnání průměrné chronologie (pro dolní část povodí) s průměrem srážek za vegetační období (duben – září) vybraných srážkoměrných stanic (zdroj srážkoměrných dat: ČHMÚ)	33
Obr. 9: Letokruhové křivky analyzovaných stromů (dolní část povodí).	36
Obr. 10: Porovnání průměrné chronologie (pro horní část povodí) s průměrem srážek za vegetační období (duben – září) vybraných srážkoměrných stanic (zdroj srážkových dat: ČHMÚ).	36
Obr.11: Letokruhové křivky analyzovaných stromů (horní část povodí).	38
Obr.12 : Graf upravenosti břehů Jeleního potoka (%).	45
Obr.13 : Mapa rozdělení úseků a upravenosti břehu.	46
Obr. 14: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 1840 (%).	51
Obr. 15: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 1937 (%).	52
Obr. 16: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 1971 (%).	52
Obr. 17: Podíl mapovaných kategorií krajinného pokryvu - rok 2002 (%).	53
Obr.18 : Krajinný pokryv v letech 1840 a 1937	54
Obr.19 : Krajinný pokryv v letech 1971 a 2002.	54

Seznam zařazených tabulek

Strana

Tab. 1: Parametry klimatických oblastí NW3 a C7 podle Quitta (in Tolasz, 2007).	15
Tab. 2: Měsíční průměry teplot (1961 – 2006) vybraných klimatologických stanic (zdroj : ČHMÚ).	15
Tab. 3: Měsíční průměry srážek (1961 – 2006) vybraných klimatologických a srážkoměrných stanic (zdroj : ČHMÚ).	16
Tab. 4: Jelení potok - M – denní průtoky Q_{md} (l/s) (zdroj: ČHMÚ).	17
Tab. 5: Jelení potok N-leté průtoky Q_N (m ³ /s) (zdroj: ČHMÚ).	17
Tab. 6: Opava - Krnov N-leté průtoky Q_N (m ³ /s) (zdroj: ČHMÚ).	18
Tab. 7: Největší kulminační průtoky pro profil Opava – Krnov od roku 1952 , kulminační průtoky v roce 1995 (zdroj:ČHMÚ).	18
Tab. 8: Erozní tvary v nivě Jeleního potoka.	29
Tab. 9: Akumulační tvary v nivě Jeleního potoka.	30
Tab.10: Významné znaky dendrochronologických křivek (+ nárůst šířky , o pokles šířky, x absolutní stáří) a jejich porovnání s povodněmi a vodohospodářskými úpravami na Opavě a Jelením potoce.	35
Tab.11: Významné znaky dendrochronologických křivek (+ nárůst šířky , o pokles šířky, x absolutní stáří) a jejich porovnání se známými povodněmi a vodohospodářskými úpravami na Opavě a Jelením potoce.	37
Tab. 12: Charakteristika profilu JP1	40
Tab. 13: Charakteristika profilu JP 2	40
Tab. 14: Charakteristika profilu JP 3.	41
Tab. 15: Charakteristika profilu JP 4.	41
Tab. 16: Charakteristika profilu JP5.	42
Tab. 17: Charakteristika profilu JP 6.	42
Tab. 18: Charakteristika profilu OP1.	44
Tab. 19: Charakteristika profilu OP2.	44
Tab. 20: Délka úseků dle upravenosti břehu	45
Tab. 21: Rozloha vybraných kategorií krajinného pokryvu (ha)	53

Přílohy

Fotografie

Fotografie č.1: Pramen Jeleního potoka (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.2: Koryto horního toku – úsek 10 (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.3: Soutok s přítokem – tvar E 50 (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.4: Břehové nátrže na horním toku – úsek 10 (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.5: Zanesený průtočný rybník (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.6: Upravené koryto – úsek 8 (fotografováno 12.4. 2008)

Fotografie č.7: Současný stav upraveného koryta – úsek 8 (fotografováno 12.4. 2008)

Fotografie č.8: Břehové nátrže – E42 – E44 (fotografováno 12.4. 2008)

Fotografie č.9: Konec upraveného úseku 6 (fotografováno 12.4. 2008)

Fotografie č.10: Zbytky opevnění s břeh. nátržemi – úsek 4 (fotografováno 12.4. 2008)

Fotografie č.11: Stupeň v korytě s akumulací A6 (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.12: Upravený tok – úsek 4 (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.13: Přeložené koryto – tvar E10 (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.14: Břehová nátrž E2 a korytová akumulace A2 (fotografováno 12.4. 2008)

Fotografie č.15: Dolní tok – úsek č.2 (fotografováno 7.5. 2007)

Fotografie č.16: Ústí Jeleního potoka do Opavy (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.1 : Pramen Jeleního potoka (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.2 : Koryto horního toku – úsek 10 (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č. 3: Soutok s přítokem – tvar E 50 (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.4 : Břehové nátrže na horním toku – úsek 10 (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.5 : Zanesený průtočný rybník (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č. 6 : Upravené koryto – úsek 8 (fotografováno 12.4. 2008)



Fotografie č.7 : Současný stav upraveného koryta – úsek 8 (fotografováno 12.4. 2008)



Fotografie č.8 : Břehové nátrže – E42 – E44 (fotografováno 12.4. 2008)



Fotografie č.9 : Konec upraveného úseku 6 (fotografováno 12.4. 2008)



Fotografie č.10 : Zbytky opevnění s břeh. nátržemi – úsek 4 (fotografováno 12.4. 2008)



Fotografie č.11 : Stupeň v korytě s akumulací A6 (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.12: Upravený tok – úsek 4 (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.13: Přeložené koryto – tvar E10 (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.14: Břehová nátrž E2 a korytová akumulace A2 (fotografováno 12.4. 2008)



Fotografie č.15: Dolní tok – úsek č.2 (fotografováno 7.5. 2007)



Fotografie č.16: Ústí Jeleního potoka do Opavy (fotografováno 7.5. 2007)